
This is the **published version** of the bachelor thesis:

Gallart i Garcia, Meritxell; Nunes, Joan. Desenvolupament i publicació web del mòdul de consulta de camins integrat al servidor de mapes del consell comarcal del Vallès Occidental. 2009.

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/50359>

under the terms of the  license

**DESENVOLUPAMENT I PUBLICACIÓ WEB DEL MÒDUL DE
CONSULTA DE CAMINS INTEGRAT AL SERVIDOR DE MAPES
DEL CONSELL COMARCAL DEL VALLÈS OCCIDENTAL**

MEMÒRIA

Autora: Meritxell Gallart Garcia
Tutors: Miguel Ángel Vargas i
Albert Escayol Fernández
Data d'elaboració: Febrer 2009

RESUM

El Consell Comarcal del Vallès Occidental va proposar, dins el marc del present projecte de final de màster, complementar el seu servidor web de mapes integrant-hi un mòdul que doni a l'usuari la capacitat de realitzar consultes sobre les característiques dels camins de la comarca, i així donar a conèixer el resultat de l'elaboració de l'Inventari de Camins i Pistes Forestals del Vallès Occidental.

L'inventari de camins diferencia entre vials i trams. Cada camí o vial s'ha segmentat en diferents trams en funció de les interseccions entre ells o del grup de característiques pròpies de cada tram (el tipus de ferm, l'amplada mitjana, el pendent, la longitud, etc).

El projecte s'ha enfocat diferenciant dues parts bàsiques: un, la construcció de la base de dades, gestionada a través del gestor de dades PostgreSQL i PostGIS i, l'altre, el desenvolupament de l'aplicació de consulta, programada en els llenguatges HTML, Javascript i PHP, i que construeix i visualitza els mapes a través de la xarxa web amb MapServer.

El gestor de la base de dades de camins és PostgreSQL, que junt amb la seva extensió espacial, PostGIS, pot emmagatzemar dades cartogràfiques a més de les alfanumèriques. Per a dur a terme la selecció del tipus de gestor s'han valorat diversos factors, dels quals en destaca el requeriment de que pugui efectuar les consultes espacials necessàries. Això implica que aquest ha de comptar amb la capacitat d'identificar i distingir la relació espacial que hi ha entre entitats geogràfiques diferents, que en el mòdul de camins són els municipis i els trams o vials.

La informació de partida que facilita l'inventari de camins ja compta amb un format que permet ser utilitzat en sistemes d'informació geogràfica. Tan sols ha estat necessari adaptar les dades per tal de fer la informació entenedora i, a la vegada, perquè puguin ser contingudes en una base de dades que ha d'abastir el mecanisme de l'aplicació que fa possible tot el procés de consulta. Per fer això possible, s'ha tingut en compte el disseny de dades, el qual s'ha definit prèviament organitzant les dades de forma estructurada des del punt de vista conceptual i lògic, de manera que s'optimitza la seva gestió en relació a l'ús o resultats que se n'espera.

La creació i implementació de la part alfanumèrica de la base de dades s'ha efectuat a través d'una sèrie d'instruccions en llenguatge SQL, propi dels gestors de bases de dades, compilades en arxius de text que PostgreSQL/PostGIS pot llegir, interpretar i executar. Pel que fa a l'estructura de les dades, aquestes instruccions s'han creat traduint d'una manera automàtica el model lògic prèviament dissenyat. En quant als continguts que omplen aquesta estructura, els arxius de text s'han obtingut després de realitzar un simple procés de substitució de text o, en el cas de les dades que no es disposen en format digital, introduint-les manualment a la base de dades a través de la consola d'interfície de PostgreSQL.

Tot el procés de creació i càrrega de les taules espacials s'ha realitzat fent ús de dues simples aplicacions que incorpora PostGIS, anant amb compte amb la definició de certs paràmetres que són crucials per poder visualitzar les entitats geogràfiques amb MapServer o altres visualitzadors de sistemes d'informació geogràfica. Finalment, per donar per acabada la fase de creació de la base de dades, ha resultat convenient indexar els camps identificadors dels elements espacials i així agilitzar el procés intern de consulta.

La segona part del projecte s'ha centrat en l'aplicació, és a dir, en desenvolupar la funcionalitat del mòdul de camins tant pel que fa a la interacció de l'usuari amb la interfície com també al desenvolupament i funcionament intern que permet que aquesta interacció sigui possible. El mòdul ha de permetre realitzar consultes clares i intuïtives sobre els camins inventariats.

El mòdul de consulta es posa en funcionament a través d'un menú de selecció al qual s'accedeix des del visor del servidor de mapes i que guia a l'usuari en la tasca d'introduir el criteri que ha de regir la cerca dels camins. Depenent del perfil dels usuaris potencials, és a dir, d'acord amb el diferent grau de coneixement de la interfície i de la familiaritat de les dades que aquests poden tenir, es distingeixen tres tipus de consulta: consulta ràpida, consulta avançada amb restricció d'accés a certes dades i consulta avançada sense restricció (amb clau d'accés).

S'han establert les particularitats d'aquests tres tipus de consulta, tant en relació al criteri que permeten fixar com a les dades dels vials que es mostren com a resultat de la cerca. L'aplicació final que s'ha elaborat dins el marc d'aquest projecte inclou el desenvolupament de la consulta ràpida. Es tracta d'una consulta que dóna la possibilitat de buscar els vials a través de fins a tres valors dels atributs que els caracteritzen.

Les dades dels vials que compleixen el criteri que ha introduït l'usuari es mostren en una nova finestra del navegador web. Si, a més, aquest desitja anar més enllà i conèixer les característiques, més localitzades, dels trams que conformen un d'aquest vials, també ho pot fer seleccionant el vial en qüestió.

Els resultats es presenten en un format entenedor i fàcilment imprimible, similar tant si es tracta de vials com si són trams, on per cada element es visualitza un mapa acompanyat de les característiques corresponents. L'usuari, també pot escollir la base cartogràfica de referència que vol que es mostri com a fons dels mapes.

MapServer és la solució tecnològica que s'ha utilitzat en el servidor de mapes del Consell Comarcal per construir i visualitzar els mapes en un entorn web, el qual també permet realitzar cert tipus de consulta sobre els camins, fent ús de les consultes preestablertes de l'aplicació CGI de MapServer.

MapServer pot treballar en dues modalitats diferents: CGI i MapScript. L'aplicació CGI consisteix bàsicament en establir els paràmetres de configuració de la creació de mapes a través d'una sèrie de plantilles que simplifiquen notablement l'ús de MapServer però que, alhora, també en limiten la funcionalitat. La intenció inicial, pel cas del mòdul de camins, era aprofitar aquesta simplicitat i desenvolupar l'aplicació a través de l'aplicació CGI. Tenint això present, la major part de la funcionalitat de consulta es va encomanar a PostGIS, incloent la interrogació espacial. No obstant, al desenvolupar l'aplicació es va fer convenient utilitzar la gran capacitat de la llibreria de MapScript PHP davant la necessitat de disposar de més flexibilitat per definir les consultes que permeten ressaltar els elements dins un mapa, i també per personalitzar la manera com es presenten els conjunt dels resultats. En definitiva, la modalitat MapScript és més complexa però també és un mètode d'utilització de MapServer molt més potent que dóna accés a tota la seva funcionalitat.

Finalment, s'ha aconseguit desenvolupar una eina de consulta que permet a l'usuari final poder realitzar consultes sobre els camins del Vallès Occidental a través d'una interfície simple i intuïtiva i presentar-ne els resultats de manera entenedora.

ÍNDEX

| | | |
|--------------------------|--|-----------|
| <u>CAPÍTOL 1.</u> | <u>INTRODUCCIÓ</u> | 1 |
| <u>1.1</u> | <u>PRESENTACIÓ</u> | 1 |
| <u>1.2</u> | <u>CONTEXT</u> | 1 |
| <u>1.3</u> | <u>ORGANITZACIÓ DE LA MEMÒRIA</u> | 3 |
| <u>CAPÍTOL 2.</u> | <u>DEFINICIÓ</u> | 4 |
| <u>2.1</u> | <u>OBJECTIUS GENERALS</u> | 4 |
| <u>2.2</u> | <u>FUNCIONALITAT</u> | 5 |
| <u>2.3</u> | <u>ARQUITECTURA</u> | 9 |
| <u>CAPÍTOL 3.</u> | <u>LA BASE DE DADES</u> | 10 |
| <u>3.1</u> | <u>METODOLOGIA</u> | 10 |
| <u>3.2</u> | <u>DEFINICIÓ DEL SISTEMA</u> | 11 |
| <u>3.2.1</u> | <u>Objectius específics</u> | 11 |
| <u>3.2.2</u> | <u>Exploració de les dades disponibles</u> | 11 |
| <u>3.2.3</u> | <u>Plantejament</u> | 15 |
| <u>3.3</u> | <u>DISSENY: EL MODEL DE DADES</u> | 17 |
| <u>3.3.1</u> | <u>Models de dades</u> | 18 |
| <u>3.4</u> | <u>CONSTRUCCIÓ</u> | 21 |
| <u>3.4.1</u> | <u>Creació de la base de dades</u> | 21 |
| <u>3.4.2</u> | <u>Preparació de dades alfanumèriques i espacials</u> | 23 |
| <u>3.5</u> | <u>IMPLEMENTACIÓ</u> | 24 |
| <u>3.5.1</u> | <u>Implementació de l'estructura de taules alfanumèriques</u> | 24 |
| <u>3.5.2</u> | <u>Càrrega de dades alfanumèriques</u> | 25 |
| <u>3.5.3</u> | <u>Càrrega de dades espacials</u> | 27 |
| <u>CAPÍTOL 4.</u> | <u>L'APLICACIÓ</u> | 32 |
| <u>4.1</u> | <u>OBJECTIUS ESPECÍFICS</u> | 32 |
| <u>4.2</u> | <u>REQUERIMENTS I FUNCIONALITAT</u> | 32 |
| <u>4.2.1</u> | <u>Definició de les consultes</u> | 33 |
| <u>4.2.2</u> | <u>Requeriments de tecnologia</u> | 37 |
| <u>4.3</u> | <u>DESENVOLUPAMENT DE L'APLICACIÓ</u> | 40 |
| <u>4.3.1</u> | <u>Procés de consulta en el sistema</u> | 40 |
| <u>4.3.2</u> | <u>Estructura dels arxius de l'aplicació</u> | 43 |
| <u>4.3.3</u> | <u>Descripció dels processos programats en cada pàgina</u> | 44 |
| <u>4.3.4</u> | <u>Consultes a la base de dades i a les capes de MapServer</u> | 48 |
| <u>CAPÍTOL 5.</u> | <u>EXPLOTACIÓ I PRESENTACIÓ DE RESULTATS</u> | 50 |
| <u>CAPÍTOL 6.</u> | <u>CONCLUSIONS</u> | 56 |
| <u>CAPÍTOL 7.</u> | <u>REFERÈNCIES</u> | 58 |

ÍNDEX DE TAULES

| | |
|---|----|
| Taula 1 - Taula d'exploració de les dades inicials proporcionades per l'inventari de camins | 12 |
| Taula 2 - Exploració de la taula d'atributs de trams vallesoccidental.dbf | 14 |
| Taula 3 - Exploració de la taula d'atributs de vials VallesOccidental.dbf | 14 |
| Taula 4 - Mostra d'una taula de valors del model lògic | 21 |
| Taula 5 - Atributs mostrats en la consulta ràpida | 34 |
| Taula 6 - Atributs de vials mostrats en la consulta avançada sense clau d'accés | 35 |
| Taula 7 - Atributs dels trams mostrats en la consulta avançada sense clau d'accés | 36 |
| Taula 8 - Atributs dels vials mostrats en la consulta avançada amb clau d'accés | 36 |
| Taula 9 - Atributs dels trams mostrats en la consulta avançada amb clau d'accés | 37 |

ÍNDEX DE FIGURES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Aspecte inicial del visor del Servidor de Mapes | 2 |
| Figura 2 - L'inventari de camins al Servidor de Mapes del Consell Comarcal del Vallès Occidental | 6 |
| Figura 3 - Dades del camí mostrades pel camí seleccionat | 7 |
| Figura 4 - Nova pestanya de consulta de camins al visor del servidor de mapes | 8 |
| Figura 5 - Arquitectura del mòdul de consulta de camins | 9 |
| Figura 6 - Metodologia seguida per elaborar la base de dades | 10 |
| Figura 7 - Visualització en ArcMap de l'arxiu shape de trams vallesoccidental.shp | 12 |
| Figura 8 - Camps de la taula "espacial" de trams inicial | 13 |
| Figura 9 - El sistema gestor i la base de dades dins l'arquitectura del sistema | 17 |
| Figura 10 - Elaborant el model conceptual: taules de valors | 18 |
| Figura 11 - Diagrama d'estructura i relacions del model conceptual | 19 |
| Figura 12 - Mostra de la interfície del programa DeZign per elaborar el model lògic | 20 |
| Figura 13 - Elaborant el model conceptual | 20 |
| Figura 14 - Aspecte inicial de pgAdminIII | 22 |
| Figura 15 - Taules de PostGIS que permeten emmagatzemar taules amb dades espacials | 23 |
| Figura 16 - Gestionar la base de dades amb sentències SQL a pgAdminIII | 25 |
| Figura 17 - Obtenció dels arxius de càrrega de dades alfanumèriques de trams i vials | 26 |
| Figura 18 - Taula de pgAdminIII des d'on es poden introduir, eliminar i editar-ne les dades | 27 |
| Figura 19 - Taules espacials a carregar a PostgreSQL/PostGIS | 28 |
| Figura 20 - Instruccions per obtenir l'arxiu de càrrega d'una taula espacial a partir d'un arxiu shape | 29 |
| Figura 21 - Modificant l'arxiu de càrrega de la taula espacial perquè inclogui l'identificador OID | 29 |
| Figura 22 - Instrucció per carregar la taula espacial a PostgreSQL | 30 |
| Figura 23 - Propietats de la taula espacial creada a PostgreSQL, amb OIDs | 30 |
| Figura 24 - Els índex de la taula espacial a pgAdminIII | 31 |
| Figura 25 - Validació dels índex espacials per optimitzar-ne l'ús a les consultes amb PostGIS | 31 |
| Figura 26 - Estructura bàsica de MapServer (www.mapserver.org) | 38 |
| Figura 27 - Esquema de funcionament de MapServer CGI | 39 |

| | |
|---|----|
| Figura 28 - Estructura i processos del sistema desenvolupats per l'aplicació | 41 |
| Figura 29 - Relació i funcionalitat dels arxius de l'aplicació | 44 |
| Figura 30 - Llegendes de símbols dels diagrames de processos | 45 |
| Figura 31 - Esquema dels processos de consulta de camins programats a l'arxiu visor.php | 46 |
| Figura 32 - Esquema dels processos de consulta de camins programats a l'arxiu camins_resco1v.php | 47 |
| Figura 33 - Esquema dels processos de consulta de camins programats a l'arxiu camins_resco1t.php | 48 |
| Figura 34 - Aspecte de la interfície inicial del Servidor de Mapes del Vallès Occidental | 50 |
| Figura 35 - Pestanya de consulta de camins al visor del servidor de mapes del CCVOC | 51 |
| Figura 36 - Menú de consulta de camins al visor de mapes | 51 |
| Figura 37 - Menú de selecció de la categoria | 52 |
| Figura 38 - Criteri de selecció enviat a través del botó 'cerca' | 52 |
| Figura 39 - Consulta que no retorna cap resultat | 52 |
| Figura 40 - Informació presentada a la pàgina dels resultats de la cerca amb ortofoto de fons | 53 |
| Figura 41 - Informació presentada a la pàgina dels resultats de la cerca amb base topogràfica de fons | 54 |
| Figura 42 - Pàgina d'informació sobre els trams d'un dels vials resultants de la consulta ràpida de vials | 55 |

ANNEXES

- Annex A: Anàlisi dels atributs de l'inventari de camins
- Annex B: Esquema del model conceptual de la base de dades
- Annex C: Model lògic de la base de dades
- Annex D: Arxiu d'implementació de la base de dades alfanumèrica
- Annex E: Arxiu de càrrega de la taula alfanumèrica del tipus de ferm
- Annex F: Detalls de construcció de la base de dades
- Annex G: Detalls d'implementació de la base de dades
- Annex H: Configuració del fitxer map
- Annex I: Codi de programació

Capítol 1. INTRODUCCIÓ

1.1 PRESENTACIÓ

Els Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG) estan adquirint un valor cada vegada més evident i més vital per nombroses organitzacions de molt divers àmbit. Coneixedors del ràpid desenvolupament d'aquests sistemes i dels èxits que va acumulant la seva implantació arreu, el Consell Comarcal del Vallès Occidental va identificar la seva potencialitat i ha estat desenvolupant un servidor de mapes corporatiu.

Seguint aquesta línia, dins el marc del present projecte, es vol complementar el visor web del servidor de mapes amb un mòdul de consulta dels camins de la comarca.

L'objectiu d'aquest projecte és desenvolupar i publicar, a la xarxa web, un mòdul de consulta de camins i integrar-lo al geoservei del Servidor de Mapes del Consell Comarcal del Vallès Occidental (CCVOC), d'acord amb les dades recollides en l'Inventari de Camins i Pistes Forestals del Vallès Occidental.

1.2 CONTEXT

El projecte s'emmarca en la realització del projecte final del Màster en Tecnologies de la Informació Geogràfica en la seva desena edició, organitzat pel Departament de Geografia de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). Es du a terme gràcies a la proposta de col·laboració establerta entre el Consell Comarcal del Vallès Occidental (CCVOC) i el Laboratori d'Informació Geogràfica i de Teledetecció (LIGIT) de la UAB.

L'INVENTARI DE CAMINS

L'Inventari de Camins Rurals i Pistes Forestals del Vallès Occidental va ser elaborat l'any 2005 i es va concebre com una eina d'anàlisi i gestió territorial per al desenvolupament, ordenació, regulació i defensa jurídica dels camins que integren la xarxa comarcal de camins.

L'inventari de camins ha donat com a resultat la classificació de 695 camins o vials, amb característiques comunes per a cadascun. Cada camí o vial s'ha segmentat en diferents trams, en funció de les interseccions entre ells o del grup de característiques pròpies de cada tram. Els trams tenen una longitud mitjana de 416 metres. L'inventari comprèn un total de 5329 trams i la longitud de la xarxa inventariada abasta 2126 quilòmetres.

Marc legal

La realització de l'inventari es deu al compliment de la Llei 9/1995, de 27 de juliol, a la qual s'estableix que "els consells comarcals, d'acord amb els municipis afectats, han d'elaborar un inventari de camins i de les pistes que hi ha en els termes municipals de llurs comarques".

L'Inventari en SIG

Característiques dels camins

Les característiques de cada un d'aquests tipus de vials queden definides per una sèrie d'atributs (el pendent, el tipus de ferm, l'amplada mitjana, etc.) que també es determina en l'ordre esmentat. Endemés, però, l'inventari també recull una sèrie d'atributs addicionals que no especifica l'ordre: camí ral (o històric), itinerari senyalitzat, Pla de Prevenció d'Incendis (PPI).

Els servidors de mapes són importants serveis a tenir en compte en la difusió de la informació territorial d'una regió. Mostren informació actualitzada del territori i multitud de dades associades a aquest.

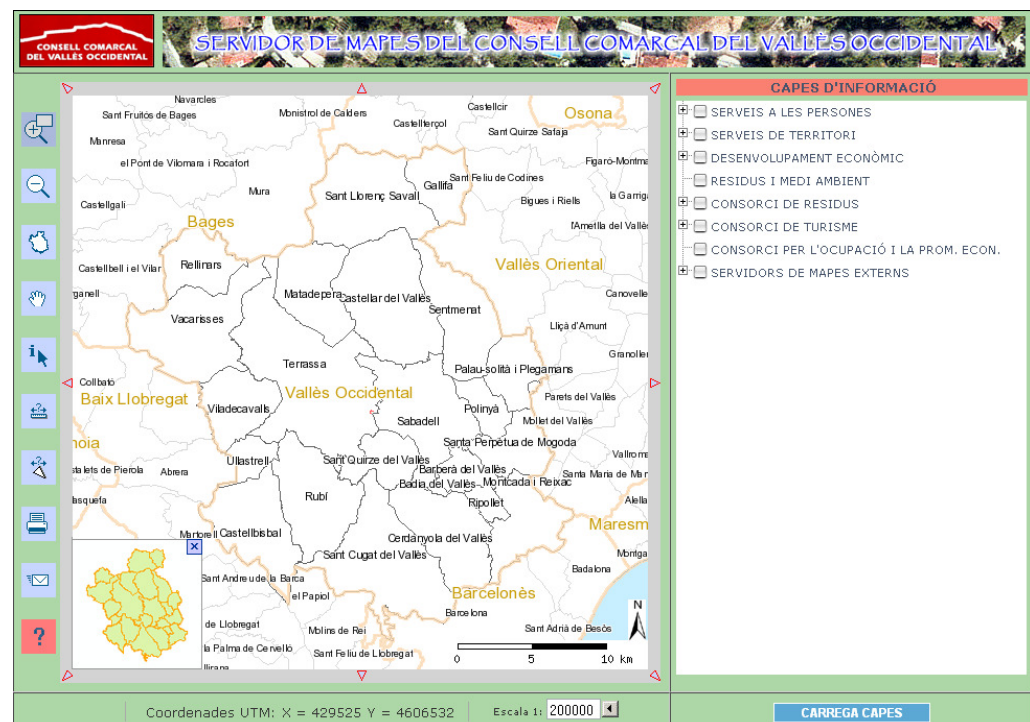


Figura 1 - Aspecte inicial del visor del Servidor de Mapes

El *Servidor de Mapes del Consell Comarcal del Vallès Occidental* es va posar en funcionament a nivell intern del Consell a finals de l'any 2008, i es farà accessible al públic via Internet. Es tracta d'un visor de mapes que té la finalitat de gestionar i visualitzar de forma àgil i eficaç tota la informació territorial de la comarca, inclosa la informació de diversos projectes que s'han desenvolupat a les diferents àrees de la pròpia organització. El Servidor també permet la connexió a altres servidors de geoserveis que nodreixen i augmenten la quantitat de les dades mostrades, com per exemple les bases cartogràfiques de l'Institut Cartogràfic de Catalunya o els del Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya.

1.3 ORGANITZACIÓ DE LA MEMÒRIA

Després d'aquest primer capítol introductori, el *capítol 2* passa a definir el projecte, identificant la funcionalitat bàsica que es requereix i proposant una arquitectura que la pugui satisfer.

Les dues parts principals del projecte ocupen els següents capítols, on s'identifiquen els objectius específics i consideracions pròpies de cadascuna. En el *capítol 3* s'explica tot el procés que desencadena en la obtenció de la base de dades, a punt per ser explotada per l'aplicació. El *capítol 4* aborda el desenvolupament de l'aplicació que aportarà la funcionalitat desitjada al mòdul de camins.

Els darrers capítols fan referència a les dues parts del projecte. El resultat de l'elaboració del mòdul de camins es dona a conèixer en el *capítol 5*. Seguidament, el *capítol 6* es dedica a les conclusions que s'han pogut extreure al finalitzar el projecte i, finalment, es facilita el llistat de les referències web i bibliogràfiques en el *capítol 7*.

Capítol 2. DEFINICIÓ

2.1 OBJECTIUS GENERALS

Abastament, l'objectiu del present projecte és elaborar un mòdul de consulta dels camins de la comarca i integrar-lo al servidor de mapes corporatiu. Això significa que, a través del Servidor de Mapes del Consell Comarcal del Vallès Occidental, accessible via xarxa web, aquest mòdul permetrà realitzar consultes clares i intuïtives sobre els camins rurals i camins i pistes forestals de la comarca, de manera que se'n pugui obtenir la informació pertinent, la qual ha estat prèviament recollida en l'Inventari de Camins del Vallès Occidental.

Per tal que un usuari pugui consultar el Servidor de Mapes del CCVOC, requereix disposar d'accés a la xarxa web, sense necessitat de realitzar cap instal·lació de cap programari especial de GIS, de bases de dades, de llibreries o altres. Les dades i les aplicacions que requereix aquest geoservei només s'han d'instal·lar al cantó del servidor, i no de l'usuari.

Així doncs, el mòdul objecte d'aquest projecte pretén ser, principalment, una **eina de consulta**. Aquesta, ha de poder ser emprada tant per un usuari general, no familiaritzat ni amb la pròpia eina ni tampoc amb la tipologia de classificació dels camins, com per un usuari "avançat". No obstant, en aquest darrer cas, a més de la funcionalitat d'eina de consulta, aquest mòdul també pot esdevenir una eina emprada amb un consegüent propòsit de gestió dels camins, en el cas que els usuaris siguin tècnics d'ajuntaments de la comarca. Tot i que en la fase de desenvolupament del mòdul que ens ocupa en aquest projecte, la funcionalitat de gestió no esdevé un objectiu prioritari, sí que s'ha de contemplar i possibilitar la seva evolució cap a aquesta direcció en un futur.

Els camins de la comarca del Vallès Occidental són transitats per diferents usuaris i amb diferents finalitats, la qual cosa implica la necessària gestió d'aquestes vies. En termes generals, la gestió de la xarxa de camins inclou els següents àmbits: trànsit veïnal, regulació de la circulació motoritzada, activitat agrícola i ramadera, gestió del medi natural, riscos naturals i protecció civil, i turisme i lleure (senderisme). En aquest sentit, el Consell Comarcal del Vallès Occidental, des del seu Departament de Serveis Territorials, està duent a terme diferents iniciatives que tenen a veure amb la gestió dels camins de la comarca, com són:

- la senyalització dels itineraris del Vallès Natural;
- la realització d'obres i adequació dels camins, en particular els que integren el Pla de Prevenció d'Incendis;
- l'elaboració del Pla d'Ordenació de Camins del Vallès Occidental, un instrument en fase de desenvolupament que ha de servir per a definir i regular l'accés i usos d'aquestes vies.

Les dades cartogràfiques de l'inventari de camins es van elaborar per ser emprades en una eina de gestió anomenada *GreenGest* (desenvolupada per *NaturGest*) que es va facilitar al Consell Comarcal amb l'objectiu de ser utilitzada per diferents tècnics del consell o dels ajuntaments de la comarca. L'ús de *GreenGest* ha esdevingut força complexe si no s'hi està prou familiaritzat, la qual

cosa limita la seva utilitat. Per aquest motiu, junt amb el fet que el públic general no pot accedir a aquest programa ni a la seva informació, un dels objectius que suposen la raó de ser del mòdul de consulta és que ha de ser una eina senzilla, intuïtiva i útil.

Tenint en compte el propòsit i motivació del projecte, s'han enumerat els següents objectius generals:

1. Complementar els serveis que ofereix el ja desenvolupat Servidor de Mapes del Consell Comarcal del Vallès Occidental, el qual serà publicat a Internet a través del web corporatiu, amb la integració del mòdul de consulta de camins.
2. Difondre els resultats de l'Inventari de Camins del Vallès Occidental i posar la informació pertinent a disposició dels ciutadans a qui pugui interessar mitjançant una eina senzilla i intuïtiva de cara al seu ús.
3. Distingir diferents perfils d'accés tenint en compte que pot haver certa informació restringida a cert tipus d'usuari.
4. Adaptar l'estructuració de dades que es va realitzar per l'aplicació *GreenGest* al nou mòdul de camins, i posterior migració a una nova geobase de dades.
5. Constituir una aportació útil, a través de l'experiència obtinguda, a l'hora d'avaluar possibles futurs desenvolupaments del Servidor de Mapes del Consell Comarcal del Vallès Occidental, facilitant la identificació d'alguns dels reptes de la seva evolució.
6. Contemplar la possible integració amb actuals i futures iniciatives del Consell Comarcal del Vallès Occidental que impliquen la gestió dels camins de la comarca: Pla d'Ordenació de Camins, gestió d'obres dels camins, Plans de Prevenció d'Incendis, de Protecció Civil o senyalització d'itineraris.

Al principi dels dos capítols següents, aquests objectius generals s'han concretat en objectius específics d'acord amb les dues parts principals del projecte. En primer lloc, s'han determinat els objectius específics relacionats amb l'obtenció de la base de dades, la qual abastirà el mòdul de consulta de camins. I en segon terme, s'han identificat aquells objectius específics que es corresponen amb el desenvolupament de la pròpia aplicació de consulta.

2.2 FUNCIONALITAT

Tot i que la funcionalitat de l'eina de consulta s'ha de tenir especialment present a l'hora de desenvolupar l'aplicació, és important que aquesta quedi prou establerta també abans de passar a dissenyar la base de dades, ja que un bon disseny implica un bon coneixement dels processos que tindran lloc i per tant, de la interacció entre dades que requereix.

CONSULTA DE CAMINS A TRAVÉS DEL VISOR ACTUAL

S'ha explicat que el mòdul de consulta de camins quedarà integrat en el Servidor de Mapes del Vallès Occidental. Actualment, aquest visor ja conté les dades de l'inventari de camins, a les quals s'accedeix quan s'activa la capa corresponent en el menú de control de capes. Al fer-ho, el traçat dels camins de l'inventari s'afegeix al mapa, representant cada categoria de vial (camí rural, camí forestal o xarxa complementària) amb un color diferent.

A més a més, el servidor de mapes actual inclou una eina d'identificació que quan s'activa permet consultar els atributs d'un vial només clicant-hi a sobre en el mapa.



Figura 2 - L'inventari de camins al Servidor de Mapes del Consell Comarcal del Vallès Occidental

Al fer clic amb el ratolí sobre un punt del mapa, emergeix una finestra amb les dades que corresponen al tram del camí que es troba en aquest punt. En el cas del punt assenyalat en la imatge anterior, per exemple, apareix la següent informació:

| Capa consultada: INVENTARI DE CAMINS I PISTES FORESTALS DEL VALLÈS OCCIDENTAL | | | | | | | | | |
|---|-------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------|---------------|-----------------------|-------------|----------------|------------------------|
| Codi del vial | Titularitat | Amplada mitja (m) | Tipus de ferm | Data inventariat | Camí ramader | Llera fluvial | Pendent (%) | Pertany al PPI | És Xarxa Viària Bàsica |
| 40CF0274 | -- | 3 | 1 | 20/06/2005 | 0 | 1 | 6 | SI | SI |
| Tipus d'itinerari | Pendent màxim (%) | Nom del vial | Origen del camí | Final del camí | Tipus de camí | Longitud del tram (m) | | | |
| ND | 30 | C de la Serra del Gall | B-122 | C de Matadepera a Rellinars | CF | 1604 | | | |

Figura 3 - Dades del camí mostrades pel camí seleccionat

NOVA FUNCIONALITAT

El nou mòdul de camins donarà la opció de realitzar una cerca dels vials, i trams de vials, que compleixin certes característiques que els defineixen.

L'usuari d'aquesta eina de consulta podrà seleccionar el criteri de cerca a través d'una sèrie de menús desplegable que es visualitzaran a la pantalla. El resultat de la cerca oferirà informació sobre les característiques rellevants dels vials, o trams, que compleixin aquest criteri, així com la seva localització en un mapa. El format de presentació d'aquests resultats ha facilitar la seva impressió.

Actualment, certa informació sobre els vials es troba en forma de 'codis', que només un usuari familiaritzat amb la classificació de vials de l'inventari pot entendre. Per exemple, la taula anterior informa que el tipus de ferm és "1", i no mostra que aquest valor correspon a "camí de terra, sense cap tractament". El mòdul de camins ha d'oferir aquesta informació ja traduïda.

Pel que fa a l'interfície, en el servidor de mapes s'hi afegirà una pestanya de "CONSULTA CAMINS" al costat de la del gestor de "CAPES D'INFORMACIÓ". Al clicar-hi amb el ratolí, en comptes del menú de control de capes a visualitzar, apareixeria el menú de consulta de camins.

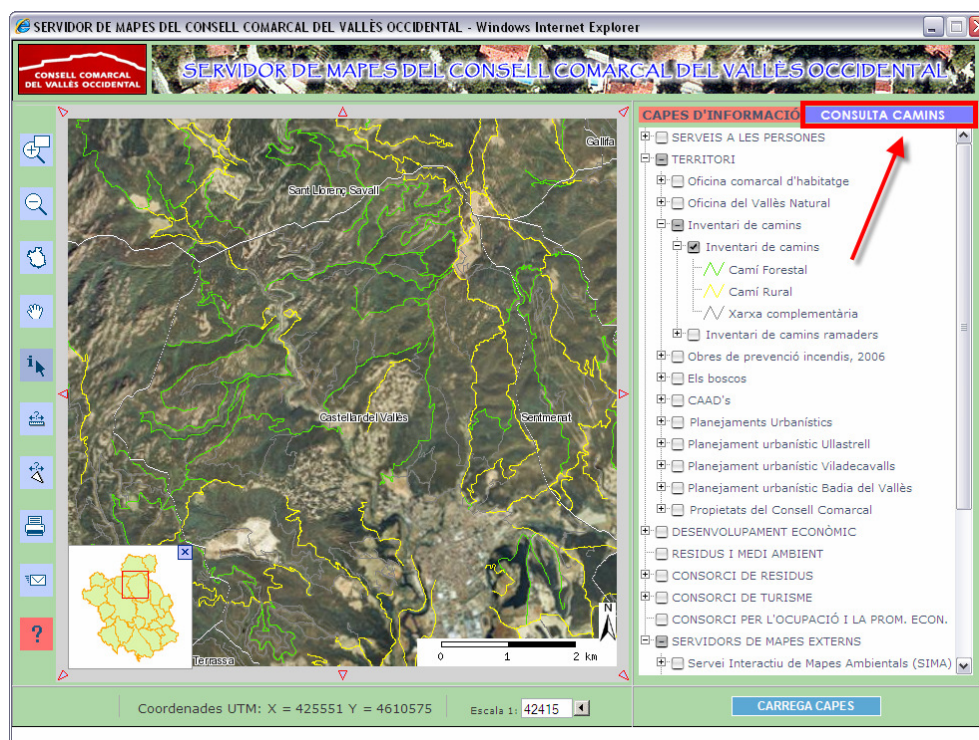


Figura 4 - Nova pestanya de consulta de camins al visor del servidor de mapes

2.3 ARQUITECTURA

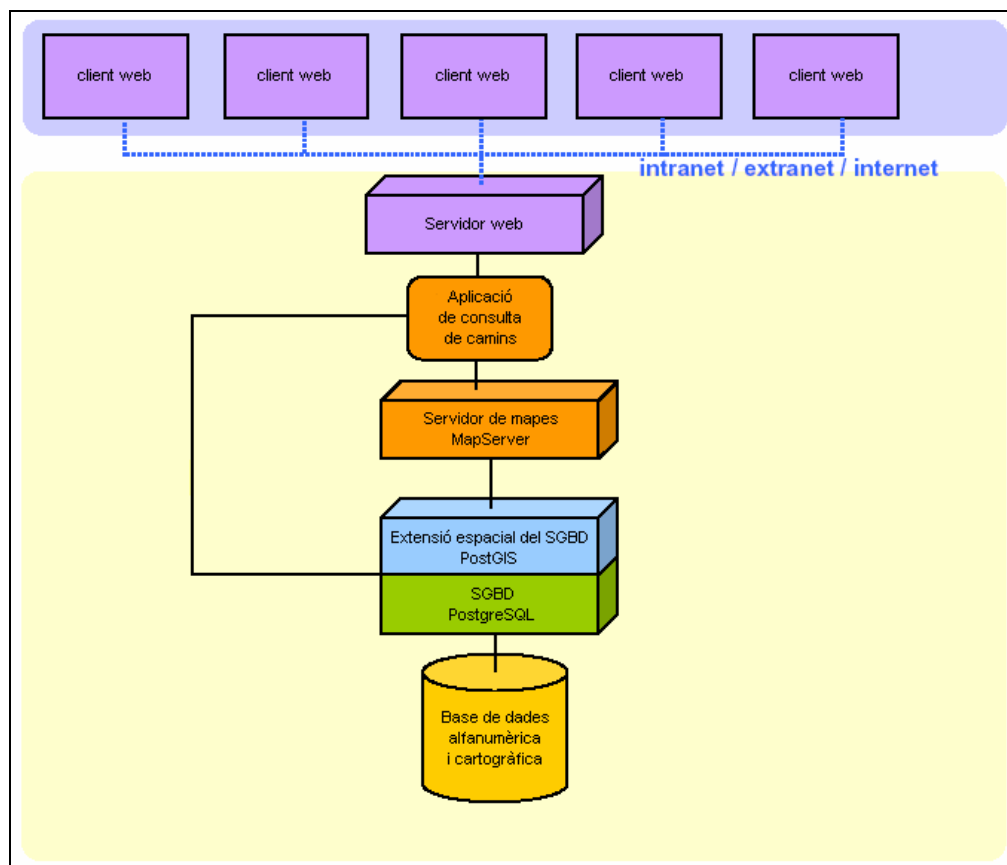


Figura 5 - Arquitectura del mòdul de consulta de camins

Aquest diagrama representa l'estructura física del sistema que comprèn el mòdul de camins. Aquesta arquitectura s'anirà explicant a mesura que s'avanci en aquest document.

S'hi reflecteixen alguns detalls que es corresponen a decisions que s'explicaran més endavant, però abans d'entrar en aquests detalls és convenient tenir una idea bàsica de quines parts estructurals requereix la funcionalitat del sistema.

Capítol 3. LA BASE DE DADES

3.1 METODOLOGIA

L'esquema de sota proporciona una idea de la metodologia que s'ha seguit per arribar a obtenir la base dades que proporciona les dades necessàries pel mòdul de consulta de camins. Els objectius generals i funcionalitat del mòdul s'han exposat en el capítol anterior. El present capítol està dedicat a explicar el procés que permet obtenir la base de dades ja preparada per ser utilitzada. Com que l'explotació de les dades es realitza a través de l'aplicació, que ocupa el capítol següent, els resultats es presentaran en comú en un capítol posterior.

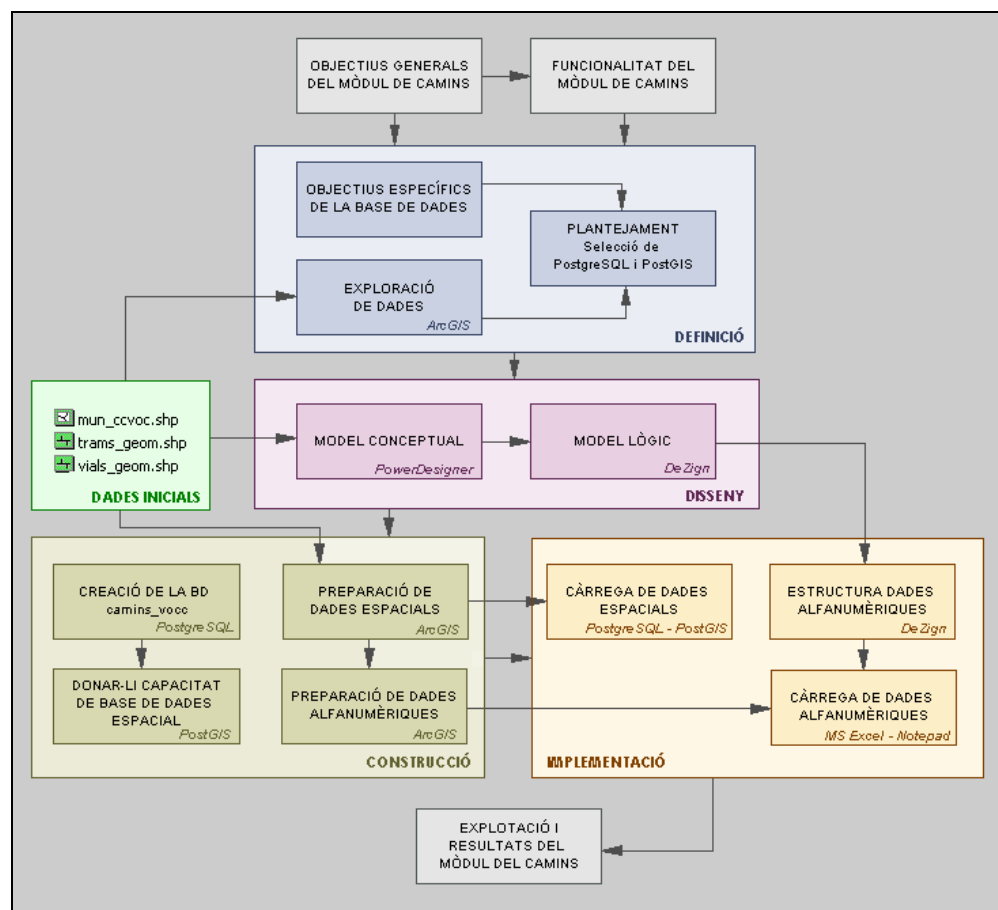


Figura 6 - Metodologia seguida per elaborar la base de dades

3.2 DEFINICIÓ DEL SISTEMA

Una vegada s'hagin determinat els objectius específics de la base de dades i s'hagi realitzat una exploració de la informació inicial de què es disposa en iniciar el projecte, es podrà procedir a, en primer lloc, acotar i definir el tipus de base de dades més adient i, després, es podrà modificar i preparar la informació que ha de contenir aquesta base de dades.

3.2.1 Objectius específics




La base de dades ha d'abastir l'aplicació de consulta amb totes les dades necessàries pel funcionament d'aquest. Aquestes dades engloben tant la informació facilitada a l'usuari com a resultat de l'ús del mòdul de consulta, com també dades que internament seran utilitzades per tal d'obtenir els esmentats resultats.

Tot seguit s'identifiquen els objectius específics, pel que fa a la base de dades, que contribuiran a assolir els objectius generals que s'han enumerat en el capítol anterior.

- a) Dur a terme la migració de dades a una geobase de dades.
- b) Esbrinar i valorar les capacitats de consulta alfanumèrica i espacial que poden aportar diferents sistemes gestors de bases de dades per triar la solució més adequada.
- c) Disposar d'un sistema gestor que disposi d'una interfície "amigable" que faciliti les tasques de gestió, modificació i ampliació tant de les pròpies dades com de l'estructura de la base de dades.
- d) Revisar i adaptar les dades i la seva estructura, per tal d'optimitzar el procés de consulta i de facilitar dades entenedores a l'usuari final.
- e) Definir els nivells d'accés a la informació per diferents perfils d'usuari.

3.2.2 Exploració de les dades disponibles

El resultat de l'inventari de camins del Vallès Occidental queda recollit, per una banda, en el document que constitueix la memòria del projecte, i per una altra, en els arxius digitals que contenen tant les dades espacials de tipus vectorial com les de tipus alfanumèric. Totes aquestes dades estan contingudes en tres arxius que són els que contenen les dades de partida emprades per dissenyar i carregar la base de dades. Aquests arxius són:

 vallesoccidental.shp
 vials_VallesOccidental.dbf
 trams_vallesoccidental.dbf

L'exploració d'aquests arxius mitjançant el programa ArcGIS i/o ArcCatalog ha resultat en la confecció de la taula següent:

| Carpeta | M:\dades\inventari_camins\CD\ArcView | | | |
|--------------------------------------|---|--|--------------------|--|
| Base cartogràfica [font de dades] | Entitat / Fenòmen geogràfic | Tipus de representació apropiada | Format de dades | Tipus de representació resultant del format |
| vallesoccidental.shp | Trams de camins del Vallès Occidental (inventari de camins del 2005) | Sistema (xarxa lineal + elements lineals compostos) | shape | sistema (elements lineals compostos a partir d'elements d'una xarxa lineal) |
| trams_vallesoccidental.dbf | Trams de camins del Vallès Occidental | alfanumèrica | Taula dBASE | alfanumèrica |
| vials_VallesOccidental.dbf | Trams de camins del Vallès Occidental | alfanumèrica | Taula dBASE | alfanumèrica |

Taula 1 - Taula d'exploració de les dades inicials proporcionades per l'inventari de camins

vallesoccidental.shp

L' arxiu que conté les dades gràfiques o cartogràfiques té format "shape" (amb extensió ".shp"), un format que, tot i que va ser desenvolupat per ser utilitzat en un programari de distribució comercial, de l'empresa ESRI, ha esdevingut un format interoperable d'informació geogràfica pels SIG.

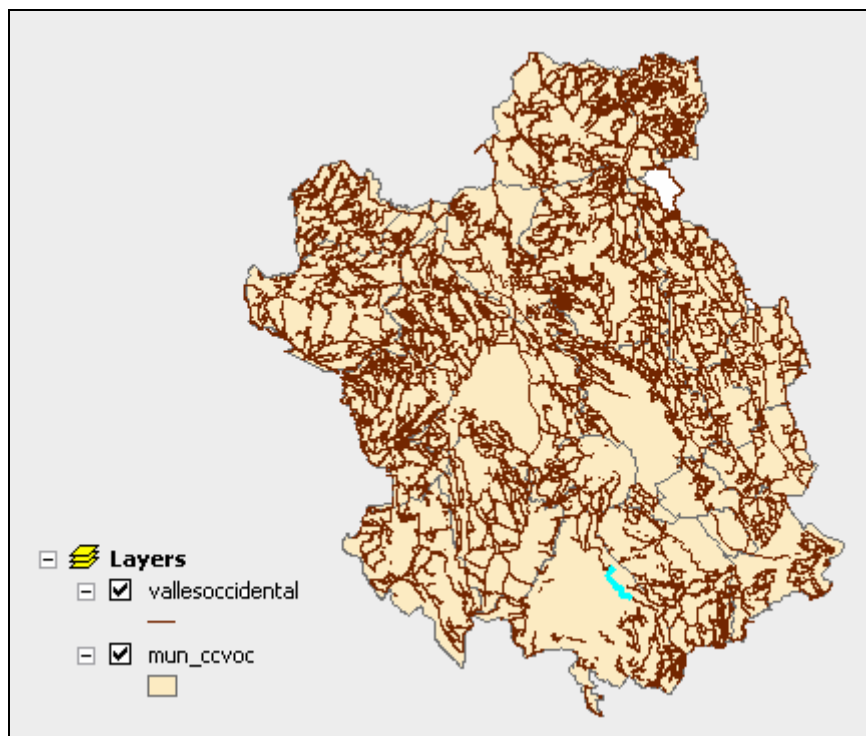


Figura 7 - Visualització en ArcMap de l'arxiu shape de trams vallesoccidental.shp

En la base cartogràfica de l'inventari, cada un dels 695 vials inventariats s'han dividit en diferents trams, 5329 en total, en funció de les seves interseccions o dels atributs que els caracteritzen. Cada tram és una entitat geogràfica i a cadascun hi correspon un valor diferent del camp TRAM. Aquest camp identifica i inventaria el tram i permet vincular la base cartogràfica amb les altres dues

taules, que són les que aporten la informació alfanumèrica associada a cada tram o vial.

| FID | Shape | ENTITY | TRAM |
|-----|----------|---------------|------|
| 0 | Polyline | Complex Chain | 1 |
| 1 | Polyline | Complex Chain | 2 |
| 2 | Polyline | Complex Chain | 6 |
| 3 | Polyline | Line String | 7 |
| 4 | Polyline | Line String | 8 |
| 5 | Polyline | Line String | 9 |
| 6 | Polyline | Complex Chain | 10 |

Record: 18 Show: All Selected

Preview: Table

Figura 8 - Camps de la taula "espacial" de trams inicial

trams_vallesoccidental.dbf

Els altres dos arxius són taules en format dBase (i extensió ".dbf"), un format que permet emmagatzemar dades estructurades d'una manera simple i que és àmpliament utilitzat per diversos gestors de bases de dades. Aquestes taules recullen els atributs de cada entitat cartogràfica continguda a *vallesoccidental.shp*.

| TRAMS: trams_vallesoccidental.dbf | | | 5329 registres/trams |
|-----------------------------------|---|-----------------|----------------------|
| Camp | Descripció | Tipus | Nombre de registres |
| CODI_TRAM | Codi de tram | TEXT(5) | 5329 |
| N_TRAM | Número de tram (per fer el 1r join) | TEXT (11) | 5329 |
| CODI_VIAL | Codi de vial | TEXT (8) | 2950 |
| CODI_INE | Codi del municipi | TEXT (5) | 0 |
| TITULARITATA | Titularitat | DOUBLE(20/19/5) | 5329 (restringida) |
| OBS_RESTRI | Observacions de tram (nom de vial alternatiu) | TEXT(50) | 5 |
| OBS_TRAM | Observacions de tram | TEXT (50) | 0 |
| AMPLADA_MI | Amplada mitjana (m) | DOUBLE(20/19/5) | 5329 |
| FERM | Tipus de ferm | DOUBLE(20/19/5) | 5329 |
| D_INV | Data d'inventari | DATE(8) | 5329 |
| RESTRIC | Restriccions de circulació | DOUBLE(20/19/5) | 0 |
| CIRC_ESPEC | Circulació específica | DOUBLE(20/19/5) | 0 |
| GRAMADER | Camí ramader | DOUBLE(20/19/5) | 5329 |
| TIPUS_DREN | Tipus de drenatge longitudinal | DOUBLE(20/19/5) | 0 |
| LLERA_FLUV | Coincidència amb llera fluvial | DOUBLE(20/19/5) | 5329 |
| DIMENSIO_I | Dimensió irregularitats | DOUBLE(20/19/5) | 0 |
| PENDENT | Pendent del tram | DOUBLE(20/19/5) | 5329 |

| TRAMS: trams_vallesoccidental.dbf | | | 5329 registres/trams |
|-----------------------------------|--|-----------------|----------------------|
| Camp | Descripció | Tipus | Nombre de registres |
| PERTANY_PP | Pla de Prevenció d'Incendis (PPI) - opcional | TEXT(2) | 5329 (restringida) |
| ES_XVB | Xarxa viària bàsica - opcional | TEXT(2) | 5329 |
| CRAL | Camí ral (opcional) | DOUBLE(20/19/5) | 5329 |
| ITINERARI_ | Itinerari senyalitzat | TEXT(2) | 5329 |
| PENDENTMAX | Pendent màxim | DOUBLE(20/19/5) | 5329 |

Taula 2 - Exploració de la taula d'atributs de trams_vallesoccidental.dbf

El "codi del tram" és el camp comú de relació que permet vincular les dades de les dues darreres taules. Així ja es podrà assignar un conjunt d'atributs a cada tram de la base cartogràfica.

Segons la taula, hi ha camps que no tenen cap valor. Per exemple, no hi ha dades pel que fa al "tipus de drenatge longitudinal" de cap tram de camí. També s'observa que 2379 d'aquests trams no tenen assignat un "codi de tram". Aquest fet implica que quan es preparin les dades se'ls haurà d'assignar un, de codi, si en la fase de disseny es confirma que aquest camp ha de contenir un valor únic i identificador per a cada registre i de cada entitat geogràfica.

vials_VallesOccidental.dbf

La taula *vials_VallesOccidental.dbf* conté els valors dels atributs propis dels vials. El camp que permet identificar els trams que pertanyen a un mateix vial és el del codi del vial, present en les dues darreres taules. Així doncs, ja s'han trobat els camps de relació que permeten vincular els tres fitxers i, per tant, totes les dades de l'inventari.

| VIALS: vials_VallesOccidental.dbf | | | 695 registres/vials |
|-----------------------------------|---------------------|----------|---------------------|
| Camp | Descripció | Tipus | Nombre de registres |
| CODI_VIAL | Codi del vial | TEXT(12) | 695 |
| NOM | Nom de vial | TEXT(50) | 695 |
| ORIGEN | Origen | TEXT(50) | 491 |
| FINAL | Final | TEXT(50) | 437 |
| N_VIAL | Número de vial | TEXT (7) | 695 |
| TIPUS | Categoria funcional | TEXT (9) | 695 |

Taula 3 - Exploració de la taula d'atributs de vials_VallesOccidental.dbf

L'Annex A de la memòria recull alguns dels valors dels atributs dels camins de l'inventari agrupats en taules, on també es quantifica la presència d'aquests valors en relació al conjunt dels trams inventariats. Aquestes taules formen part de l'anàlisi previ que ha permès decidir com s'ha de facilitar la informació de l'aplicació de consulta.

3.2.3 Plantejament

Abans d'estructurar la base de dades, és convenient identificar alguns reptes, valorar alternatives i prendre les decisions que poden condicionar-ne el disseny.

Una de les qüestions que sorgeix més clarament a l'hora de concretar la funcionalitat del mòdul de consulta, i la seva base de dades, és com s'actualitzaran les dades. Aquest mòdul de consulta serà més o menys útil en quant les seves dades siguin fiables i, per tant, vigents. Les dades de l'inventari de camins daten de l'any 2005. Des de llavors no ha tingut lloc cap tasca d'actualització de la totalitat dels vials, ni es preveu en el futur immediat. No obstant, la normal gestió dels camins per part del Consell Comarcal del Vallès Occidental pot aportar informació sobre la vigència de les dades i sobre alguns canvis pel que fa a les seves característiques o atributs. Tot i que la implantació dels mecanismes d'actualització de dades no es contempla en aquest projecte, s'ha tingut en compte que el gestor de dades i la interacció amb aquest ha de ser prou flexible com per realitzar-hi modificacions puntuals, que tant podrien ser canvis dels valors dels atributs ja definits, com incorporacions de nous atributs.

CONSIDERACIONS SOBRE SEGMENTACIÓ DINÀMICA

La segmentació dinàmica és un mètode que es basa en referenciar linealment un atribut (o esdeveniment) al llarg d'una "ruta" sense haver de segmentar o partir la ruta, o l'element lineal de referència, en els punts on l'atribut canvia. La referenciació lineal permet localitzar un punt d'un element lineal donant a conèixer la distància recorreguda entre el seu origen i el punt en qüestió.

La gran avantatge i principal raó per la qual es contempla l'alternativa de la segmentació dinàmica és que aquesta permetria agilitzar notablement la important tasca d'**actualització de dades**. En primer lloc, deixaria de ser necessari relacionar cada atribut amb un tram, sinó només amb el vial al qual pertany. Per a cada atribut hi hauria una taula a la base de dades que emmagatzemaria els punts d'inici i final on l'atribut pren cadascun dels valors possibles, referenciant linealment aquests punts al llarg del vial. Això suposaria que si es volgués corregir o modificar el valor d'un atribut no es faria necessari canviar la base de dades cartogràfica (ja que no hi hauria cap de trams).

En resum, a priori, la segmentació dinàmica aplicada al cas del mòdul de camins és una alternativa que no només facilitaria l'actualització de les dades alfanumèriques, sinó que també suposaria la reducció dels canvis que s'haurien de realitzar en les dades cartogràfiques, ja que aquestes només s'haurien de modificar si hi hagués alguna variació en el traçat d'un vial o si s'afegissin o eliminessin vials.

No obstant, els inconvenients que implica la segmentació dinàmica aplicada al mòdul de consulta han fet descartar aquesta opció. El principal motiu és que la **visualització** i funcionament de les **consultes** adquiririen una gran complexitat la qual comprometria els objectius i resultat final pel present projecte.

MapServer, la solució tecnològica de publicació de mapes que utilitza l'aplicació del servidor de mapes del CCVOC, no dóna possibilitats de treballar amb segmentació dinàmica pròpiament, ni tampoc amb referenciació lineal. L'opció que més se li assemblaria és crear un mètode "híbrid" que complicaria molt la funcionalitat de visualització i consulta, i faria, a més, que la gran avantatge de

l'actualització de dades deixés de ser-ho, ja que requeriria crear un nou grup d'entitats de la base cartogràfica per a cada atribut.

En definitiva, s'ha considerat que la segmentació dinàmica aplicada al mòdul de consulta de camins implicaria afegir una gran complexitat al projecte i ha estat descartada.

SELECCIÓ DEL SISTEMA GESTOR

El gestor de la base de dades emprat ha de permetre emmagatzemar tant dades cartogràfiques com alfanumèriques, i és convenient que pugui realitzar consultes espacials.

Hi ha diferents gestors de bases de dades que poden complir aquests criteris, com: *MySQL*, *Microsoft SQL Server spatial*, *PostgreSQL* (amb *PostGIS*). A priori, tots aquests poden ser vàlids pels objectius del projecte, però les opcions que han preponderat a l'hora de prendre una decisió són les dues darreres. Finalment, s'ha escollit el gestor de base de dades **PostgreSQL**, amb la seva extensió geogràfica **PostGIS**.

PostgreSQL és una sistema de gestió de base de dades relacional orientada a objectes. Tot seguit, s'expliquen les característiques i motius que han desencadenat en la seva elecció:

- En l'àmbit dels sistemes d'informació geogràfica, sembla haver-se consolidat com un dels principals gestors de bases de dades enfront d'altres alternatives.
- La funcionalitat de consultes espacials que aporta la seva extensió geogràfica, PostGIS, és de les més pioneres i ha estat en constant i actiu desenvolupament, comptant amb casos pràctics documentats en nombroses pàgines web accessibles a través d'Internet.
- Ja que és programari lliure disponible gratuïtament a la web, Open Source, el seu ús no requereix un cost extra.
- La seva informació és accessible des d'un gran nombre de programaris SIG, com ho són *Quantum GIS* (que és "programari lliure") o *GvSig*. La recentment sorgida versió *ArcGIS Server 9.3* d'ESRI també admet dades provinents de *PostGIS*.
- Hi ha provades i documentades experiències en SIG en què l'ús de PostgreSQL/PostGIS ha resultat exitós al treballar junt amb el servidor de mapes MapServer.
- Existeix l'interès de conèixer el funcionament i rendiment d'aquest gestor per part del l'àrea de Cartografia i SIG del Consell.
- PostgreSQL ofereix una interfície intuïtiva i útil, anomenada *pgAdminIII*.
- *PostGIS* va ser certificat al 2006 pel *Open Geospatial Consortium* (OGC), la qual cosa garanteix la interoperabilitat amb altres sistemes.

ARQUITECTURA

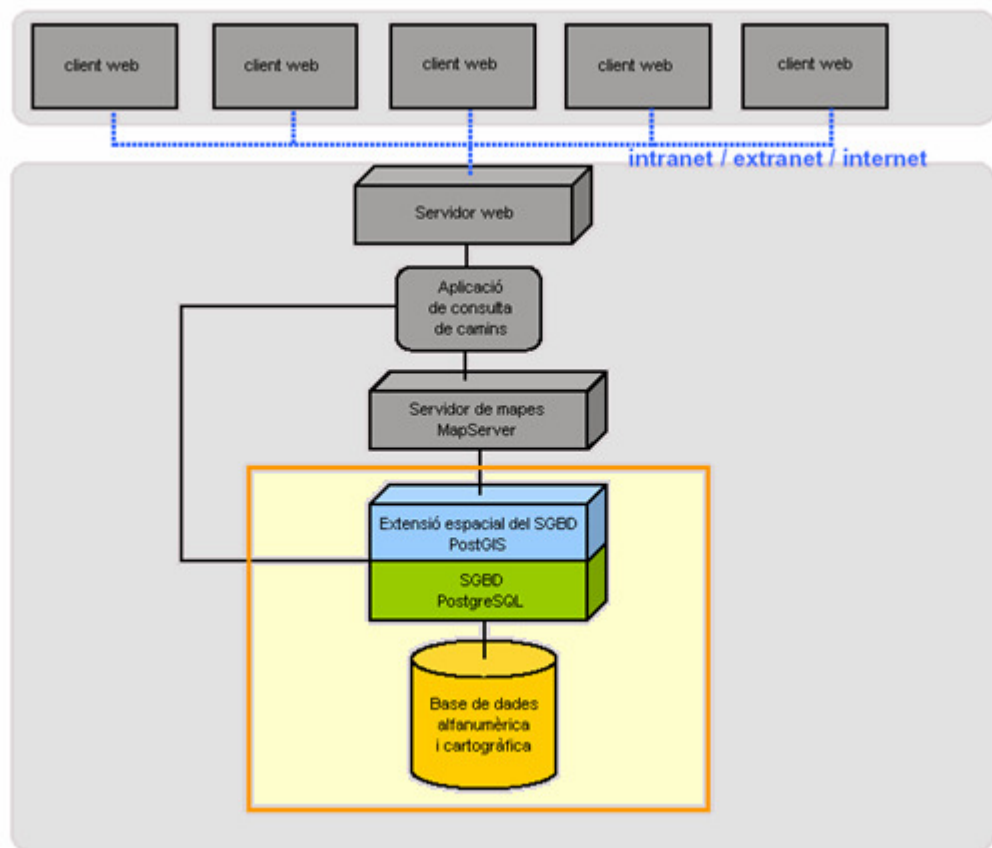


Figura 9 – El sistema gestor i la base de dades dins l'arquitectura del sistema

Aquest capítol s'ocupa de les parts de l'arquitectura del mòdul de camins que queden ressaltades a la figura, la qual reflexa el seu paper dins el sistema. Una mateixa base de dades conté les dades tant alfanumèriques com cartogràfiques, que es posen a l'abast de la resta del sistema a través del gestor PostgreSQL. L'extensió PostGIS pròpia d'aquest gestor li proporciona la capacitat de gestionar les dades cartogràfiques.

3.3 DISSENY: EL MODEL DE DADES

La fase de disseny permet organitzar les diferents informacions que requereix el sistema d'una manera estructurada i coherent des del punt de vista conceptual i lògic i en relació a l'ús o resultats que se n'espera.

El disseny proporciona una visió exhaustiva i de conjunt de la seva arquitectura, de manera que permet identificar la necessitat i tipologia de dades més adequades, així com establir i regular les interaccions entre aquestes per tal d'optimitzar-ne la seva gestió.

Les dades inicials de què es disposa han estat analitzades en el capítol anterior, on s'ha observat que ja han estat en bona part estructurades de cara al seu ús en SIG. Partint d'aquí, aquesta estructuració s'ha revisat i modificat amb la intenció de ser integrada a la base de dades de manera que el model de dades s'adapti als processos de consulta i pugui facilitar una informació entenedora a l'usuari final.

3.3.1 Models de dades

MODEL CONCEPTUAL

Prèviament en aquest document, s'ha identificat la funcionalitat a la qual ha de donar suport la base de dades i també s'ha realitzat una primera classificació de la informació requerida per a satisfer aquesta funcionalitat. Tenint això en compte, s'ha anat concretant el model de dades conceptual fins a determinar totes les entitats necessàries i les seves relacions.

Per arribar a definir el model conceptual s'han seguit els passos següents:

1. *Identificar les entitats a representar en el sistema.*

Les tres entitats que s'hauran de representar espacialment són els vials, els trams i els municipis de la comarca.

2. *Identificar i caracteritzar les relacions entre entitats.*

Cada tram ha de pertànyer a un vial, i un vial ha de contenir com a mínim un tram. La relació entre els municipis i les altres dues entitats serà de tipus espacial.

3. *Determinar els atributs que caracteritzen cada entitat.*

4. *Confeccionar les taules de valors.*

Aquestes taules permeten establir els valors possibles que poden prendre els atributs de cada entitat i, a més, emmagatzemen la "traducció" d'aquests valors amb la forma en que es mostrarà a l'usuari final, per això també s'anomenen "taules diccionari".

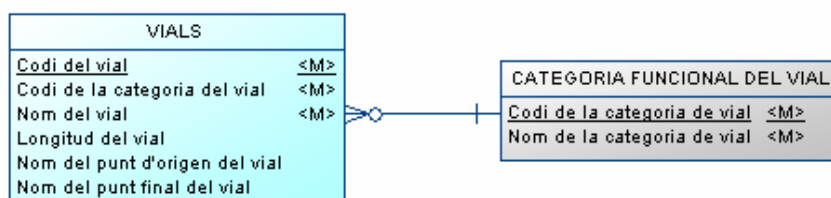


Figura 10 - Elaborant el model conceptual: taules de valors

5. *Respresentar el resultat en l'esquema del model conceptual.*

L'estructura resultant del model conceptual té la forma següent:

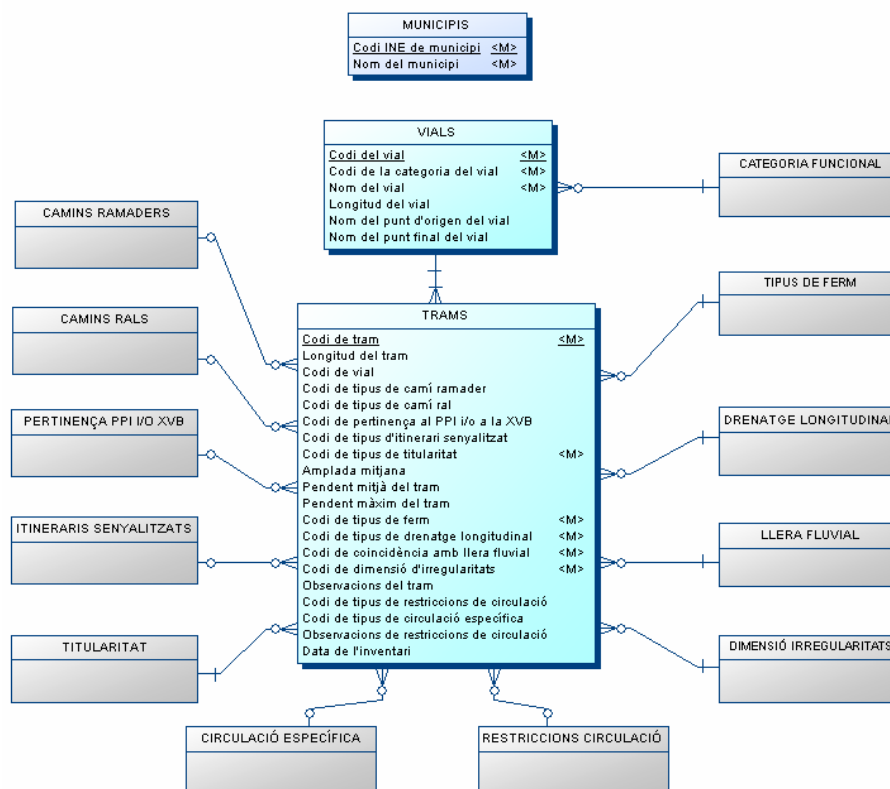


Figura 11 - Diagrama d'estructura i relacions del model conceptual

Cada taula conté un únic atribut que queda subratllat a l'esquema, que és el camp de la taula que emmagatzema un valor únic i identificador per a cada registre. També s'han indicat, amb un símbol "<M>" (de "mandatory"), els camps que han de mostrar sempre algun valor, és a dir, els que no poden tenir valor nul.

Les tres taules que apareixen ombrejades al diagrama són aquelles que corresponen a entitats geogràfiques.

El diagrama complet del model conceptual es pot consultar a l'annex B, al final d'aquest document.

MODEL LÒGIC

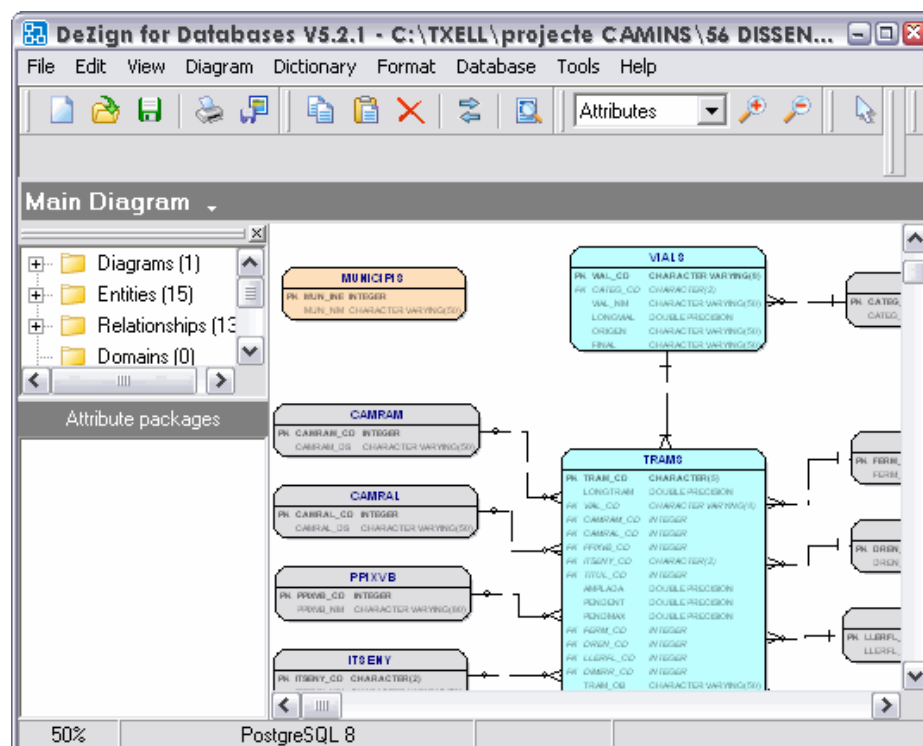


Figura 12 - Mostra de la interfície del programa DeZign per elaborar el model lògic

El model lògic s'ha confeccionat amb l'ajuda del programa *DeZign* de *Datanamic*. L'ús d'aquest programa ha estat important no només per elaborar visualment el diagrama sinó que també ho ha estat de cara a la implementació de l'estructura de la base de dades, ja que permet agilitzar considerablement aquest procés.

El model lògic parteix del model conceptual i defineix l'estructura de la base de dades alfanumèrica. S'hi determinen els noms de les taules i dels atributs, així com les taules de valors.

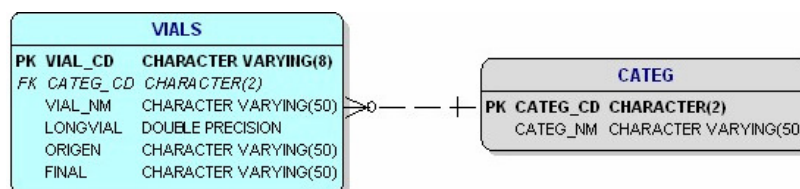


Figura 13 - Elaborant el model conceptual

Al diagrama del model lògic, el camp de cada taula que emmagatzema l'identificador únic de cada registre s'ha ressaltat en negreta i s'hi ha afegit un "PK", de "Primary Key" al costat. Els camps acompanyats per les inicials "FK", de "Foreign Key", són aquells que s'utilitzen per relacionar les taules entre elles.

| CATEG | | Registres |
|----------|----------------------|-----------|
| CATEG_CD | CATEG_NM | |
| CR | Camí rural | |
| CF | Camí forestal | |
| PF | Pista forestal | |
| XC | Xarxa Complementària | |

Taula 4 - Mostra d'una taula de valors del model lògic

L'estructura de les taules s'ha concretat d'acord amb les particularitats del sistema de gestió de dades. El model lògic també defineix el format de les dades per a cada camp. Així s'estableix si els camps han de ser numèrics, o de cadena de caràcters variable, per exemple. Els noms dels formats d'aquestes dades es corresponen amb els que defineix el gestor elegit, PostgreSQL.

A l'annex C es troben les taules de dades alfanumèriques que defineixen el model lògic, junt amb el diagrama.

MODEL SIG

Pel que respecta a les dades cartogràfiques, cada entitat geogràfica quedarà emmagatzemada en una taula. Per tant, hi haurà tres taules amb dades espacials: *vials_geom*, *trams_geom* i *municipis*.

Relacions entre taules espacials i alfanumèriques

El camp de relació entre les entitats espacials dels vials, taula *vials_geom*, i els seus atributs, taula *vials*, és el codi de vial. Anàlogament, el camp comú pel cas dels trams, entre les taules *trams_geom* i *trams*, és el codi de tram.

La taula espacial *municipis* no comparteix cap camp comú amb les taules alfanumèriques. Només es podrà relacionar amb la resta de dades a través de les taules espacials *vials_geom* i *trams_geom* per mitjà de la funcionalitat de PostGIS que permet efectuar aquest tipus de consulta espacial.

3.4 CONSTRUCCIÓ

3.4.1 Creació de la base de dades

POSTGRESQL I POSTGIS

PostGIS és un mòdul que aporta suport d'objectes geogràfics a PostgreSQL, el gestor de bases de dades relacional orientada a objectes, de manera que li afegeix la capacitat de poder gestionar també les dades de tipus espacial i així poder ser utilitzat per un sistema d'informació geogràfica.

Així doncs, no es distingirà entre base de dades alfanumèrica i base de dades espacial o cartogràfica. En realitat, es tracta de la mateixa base de dades, que s'anomena *camins_vocc*, a la qual s'hi poden emmagatzemar ambdós tipus de dades.

Per crear la base de dades és necessari haver instal·lat PostgreSQL i PostGIS al servidor. Actualment PostGIS forma part del paquet d'instal·lació de PostgreSQL (en la seva versió per Windows). En el procés d'instal·lació hi ha un pas en el que es dóna la opció d'afegir el component PostGIS.

En aquest projecte s'han instal·lat, concretament, les versions PostgreSQL 8.3.3 amb PostGIS 1.3.3-1. Una comprensiva ajuda pas a pas per dur a terme aquesta instal·lació es pot trobar a <http://pginstaller.projects.postgresql.org/> o als manuals disponibles "online" als quals es fa referència al darrer capítol de la memòria.

CREACIÓ DE LA BASE CAMINS_VOCC

La base de dades que emmagatzema les dades pel mòdul de consulta de camins s'anomena *camins_vocc*. La creació de la base de dades és ben senzilla utilitzant la interfície pgAdminIII.

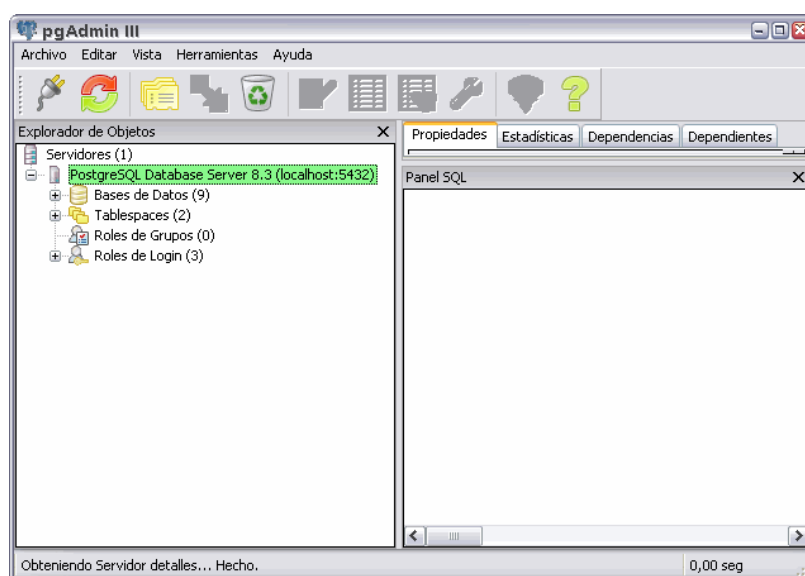


Figura 14 - Aspecte inicial de pgAdminIII

Es crea una base de dades prenent com a estructura inicial la plantilla "postgis" la qual cosa suposa que pugui contenir dades espacials o, el que és el mateix, que contingui dues taules: *geometry_columns* i *spatial_ref_sys*.

En l'annex F s'expliquen amb detall els passos que s'han realitzat en el procés de construcció de la base de dades.

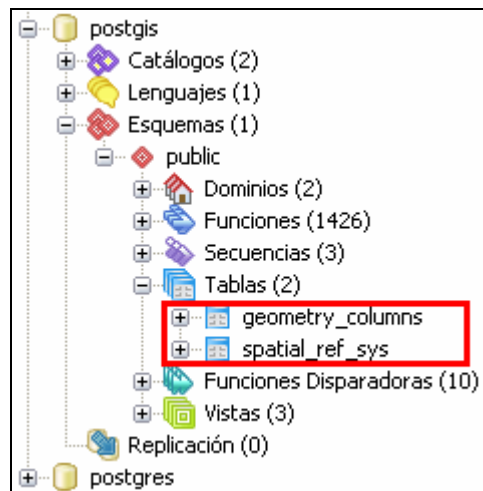


Figura 15 - Taules de PostGIS que permeten emmagatzemar taules amb dades espacials

3.4.2 Preparació de dades alfanumèriques i espacials

Per tal de poder carregar totes les dades que han de contenir les taules creades a l'apartat anterior, primer s'ha de realitzar una tasca de preparació de dades.

Pel que fa a les dades cartogràfiques, tant la creació de les taules espacials com la càrrega de les seves dades es farà efectiva alhora, a partir de tres arxius diferents de tipus "shape" que és necessari preparar, un per a cada tipus d'entitat geogràfica. El procés de migració d'aquestes dades amb PostgreSQL/PostGIS se simplifica notablement si les dades d'origen es troben en arxius d'aquest tipus.

En quant a les dades alfanumèriques, s'hauran d'adaptar les dues taules inicials d'atributs perquè respectin les característiques que s'han establert durant el disseny de l'esquema lògic.

Les taules restants no requereixen de preparació prèvia abans de carregar-se ja que s'han de crear completament de nou i això es farà pas a pas directament a la interfície de la base de dades.

A continuació es repassen breument alguns processos o tasques implicades en la preparació de dades que val la pena destacar. Més detalls sobre aquest procés es poden consultar a l'annex F.

Arxiu trams_geom

En essència, es tracta de la mateixa base cartogràfica facilitada en l'inventari de camins.

Arxiu vials_geom

Després de vincular *trams_geom* amb la taula que conté els seus atributs, *vials_geom* s'obté unint els trams que comparteixen un mateix codi de vial.

Com que en les taules d'atributs dels trams, n'hi ha una bona part que no tenen cap codi de vial, se'ls ha hagut d'assignar un, seguint el format establert. Aquests trams formen part de la xarxa complementària, que és una categoria de vial en l'inventari.

Taula de vials

La taula de vials bàsicament conté les mateixes dades que la taula d'atributs inicial. Se li ha afegit el camp i els valors de la longitud i, també s'han hagut de revisar algunes grafies estranyes que substituïen les lletres amb accents o similars.

| |
|--------------------------|
| Col·nia Badia |
| Club Esportiu Valldoreix |
| C de la Salut |
| Limit de terme |
| Santiga |
| Sta PerpStua |
| Ermita de Reixac |
| C de l'Ermita de Reixac |
| C de l'Ermita de Reixac |
| C de Can Piquer |
| Can Panxa |
| C de Can F...bregues |
| C de Ca Piquer |
| La Vallentana |

Taula trams

A la taula d'atributs dels trams de l'inventari de camins s'hi ha afegit la longitud dels trams, igual com s'ha fet pel cas dels vials. També s'han unificat dos camps que estan relacionats en un de sol: el de la pertinença dels trams al Pla de Prevenció d'Incendis i/o a la xarxa viària bàsica.

Arxiu de municipis

La base de dades cartogràfica amb les dades corresponents s'han obtingut a través del geoservei de l'Institut Cartogràfic de Catalunya.

3.5 IMPLEMENTACIÓ

3.5.1 Implementació de l'estructura de taules alfanumèriques

El model lògic conté tota la informació necessària per implementar l'estructura de la base de dades pel que fa les dades alfanumèriques, incloent noms de taules i de camps, relacions entre taules, camps de relació i tipus de dades de cada camp.

El programa amb el qual s'ha elaborat aquest model lògic, *DeZign*, disposa d'una funció que genera un arxiu amb les sentències en llenguatge SQL, propi dels gestors de dades, tal com s'han d'executar per tal d'implementar la mateixa estructura des de la base de dades PostgreSQL.

Concretament, aquesta funció crea dos arxius: un per implementar l'estructura a la base de dades, i l'altre per eliminar-la.

El contingut de l'arxiu d'implementació es facilita a l'Annex D d'aquest document.

Per implementar el model de dades a la base de dades *camins_vocc*, tan sols s'han hagut d'executar les instruccions que conté el primer d'aquests dos arxius a través de la interfície pgAdminIII.

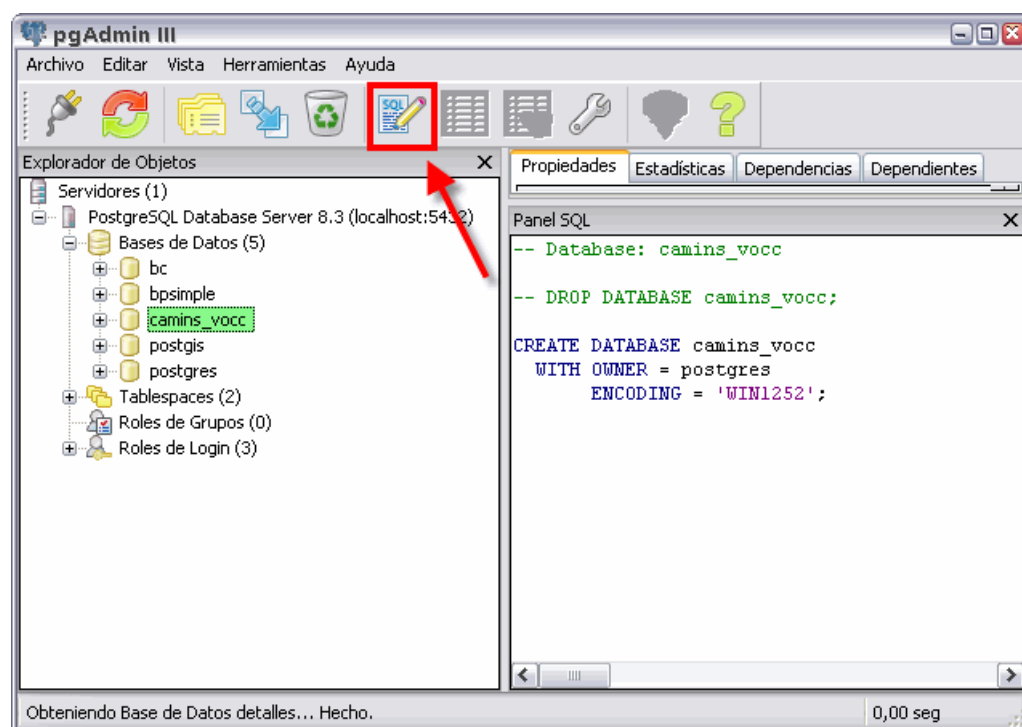


Figura 16 - Gestionar la base de dades amb sentències SQL a pgAdminIII

D'aquesta manera, les 15 taules del model lògic s'han creat a la base de dades *camins_vocc*.

3.5.2 Càrrega de dades alfanumèriques

OBTENCIÓ DELS ARXIS DE CÀRREGA DE LES TAULES VIALS I TRAMS

Les dades alfanumèriques dels vials i dels trams que s'han de carregar a la base de dades es troben en format dBase.

Per fer-ho, s'han d'aconseguir els arxius de càrrega, que no són més que simples arxius de text que contenen les sentències sql necessàries per carregar totes les dades.

Hi ha diversos mètodes i aplicacions que poden facilitar la obtenció d'aquests arxius (la funció *ogr2ogr* del paquet de funcions *FWTools* o la funció *dbf2pg*, per exemple). No obstant, els arxius resultants sovint s'han d'adaptar una mica segons el cas. Aquestes petites aplicacions són molt útils per automatitzar la tasca de càrrega, sobretot quan hi ha moltes taules amb un nombre elevat de dades i quan aquest procés s'ha de realitzar sovint. No obstant, aquest no és el cas del mòdul de camins en el qual no s'ha fet ús d'aquestes eines i s'ha seguit un mètode que, tot i que pot semblar una mica primitiu, a la pràctica ha resultat el

més simple i fiable. Tan sols ha estat necessari disposar dels programes MS Excel i Notepad.

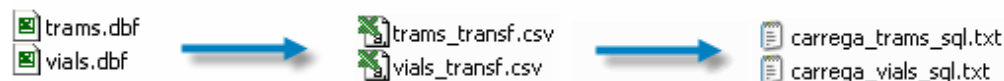


Figura 17 - Obtenció dels arxius de càrrega de dades alfanumèriques de trams i vials

En els arxius de text resultants d'aquest procés ha d'haver tantes sentències sql com registres s'hagin de carregar a la base de dades. Totes les sentències tindran la mateixa estructura, de manera que únicament els valors dels camps seran diferents.

Tot seguit es mostra l'exemple d'una sentència sql que, al ser executada des de PostgreSQL, introduirà un nou registre a la taula vials. Les parts en negreta són les que variaran per a cada registre.

```
INSERT INTO vials
(vial_cd, categ_cd, vial_nm, longvial, origen, final)
VALUES
('40CF0026', 'CF', 'C  dels Pins Plantats ', 4382, 'C  de 
Castellar a St Llorenç, del Castelló');
```

La taula *vials.dbf* que s'ha preparat prèviament s'ha passat a un format de full de càlcul amb *MS Excel*. La taula ja separa els valors de tots els vials en diferents columnes. Tan sols s'han d'afegir noves columnes allà on sigui necessari introduir una nova part de la sentència (com la de l'exemple). Cada columna afegida contindrà els mateixos valors per totes les seves files, la qual cosa només implica introduir un valor per cada nova columna. El full de càlcul es pot exportar automàticament a format "Comma Separated Values" (extensió .csv) que quan s'obre amb un editor de text ja ha creat un text continu on els valors que hi havia en columnes contigües queden separats per "punt i coma". A partir d'aquí, ja només resta substituir de manera automàtica algunes cadenes de text, com són tots aquests "punt i comes" o també substituir els apòstrofs per dos apòstrofs simples.

```
INSERT INTO vials
(vial_cd, categ_cd, vial_nm, longvial, origen, final)
VALUES
('40CF0026', 'CF', 'C  dels Pins Plantats ', 4382, 'C  de 
Castellar a St Llorenç, del Castelló');
```

ORDRE DE CÀRREGA

Primer s'han de carregar les taules de valors i, seguidament, les de vials i trams, ja que en el disseny de dades s'ha establert que alguns dels valors que contenen aquestes dues han d'estar presents en les altres.

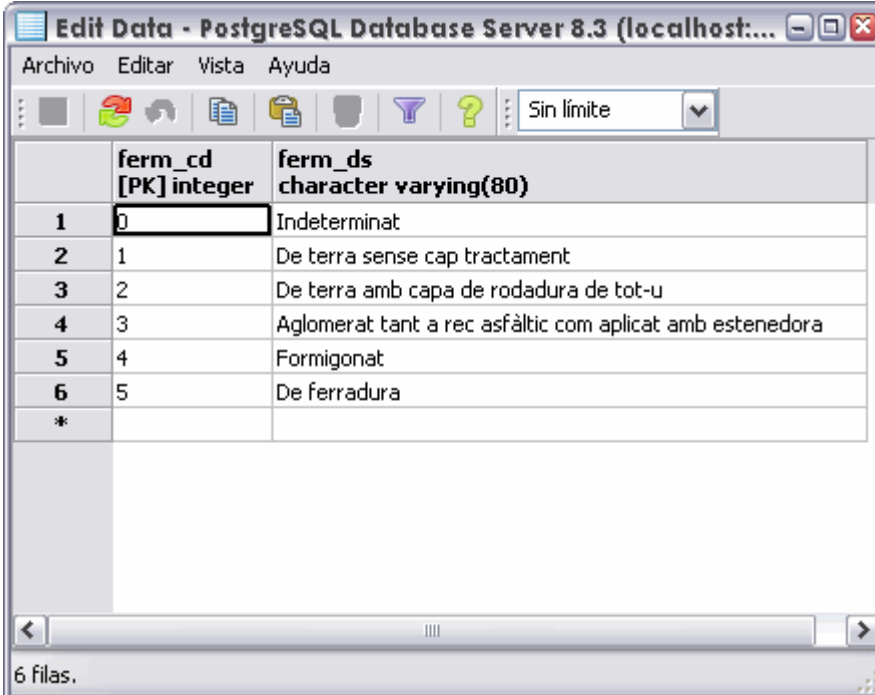
CÀRREGA DE LES TAULES VIALS I TRAMS

L'execució de l'arxiu de càrrega des de la consola pgAdminIII de PostgreSQL es fa exactament igual a com es va implementar l'estructura de la base de dades.

CÀRREGA DE LES TAULES RESTANTS

Ja que no es disposa d'aquestes dades en cap taula, aquestes s'hauran d'elaborar "manualment", és a dir, s'haurà d'introduir cada valor un per un.

Tant podem fer-ho elaborant primer les taules amb *MS Excel* i després seguir els mateixos passos que s'han seguit per carregar les taules *vials* i *trams*, com introduint els valors directament a la base de dades amb la interfície pgAdminIII una vegada més, que permet introduir les dades directament a la taula que visualitza.



| | ferm_cd [PK] integer | ferm_ds character varying(80) |
|---|-------------------------|--|
| 1 | 0 | Indeterminat |
| 2 | 1 | De terra sense cap tractament |
| 3 | 2 | De terra amb capa de rodadura de tot-u |
| 4 | 3 | Aglomerat tant a rec asfàltic com aplicat amb estenedora |
| 5 | 4 | Formigonat |
| 6 | 5 | De ferradura |
| * | | |

6 filas.

Figura 18 - Taula de pgAdminIII des d'on es poden introduir, eliminar i editar-ne les dades

L'annex E facilita, com a exemple, el contingut d'un d'aquest arxius d'implementació de taules alfanumèriques. En concret, el que correspon a les dades relacionades amb el tipus de ferm.

3.5.3 Càrrega de dades espacials

La càrrega de les tres taules de dades espacials es fa efectiva a partir dels tres arxius shape i resultarà en la obtenció de tres taules espacials a la base de dades *camins_vocc*. Per fer-ho s'utilitza la consola *Command Prompt* de PostgreSQL.

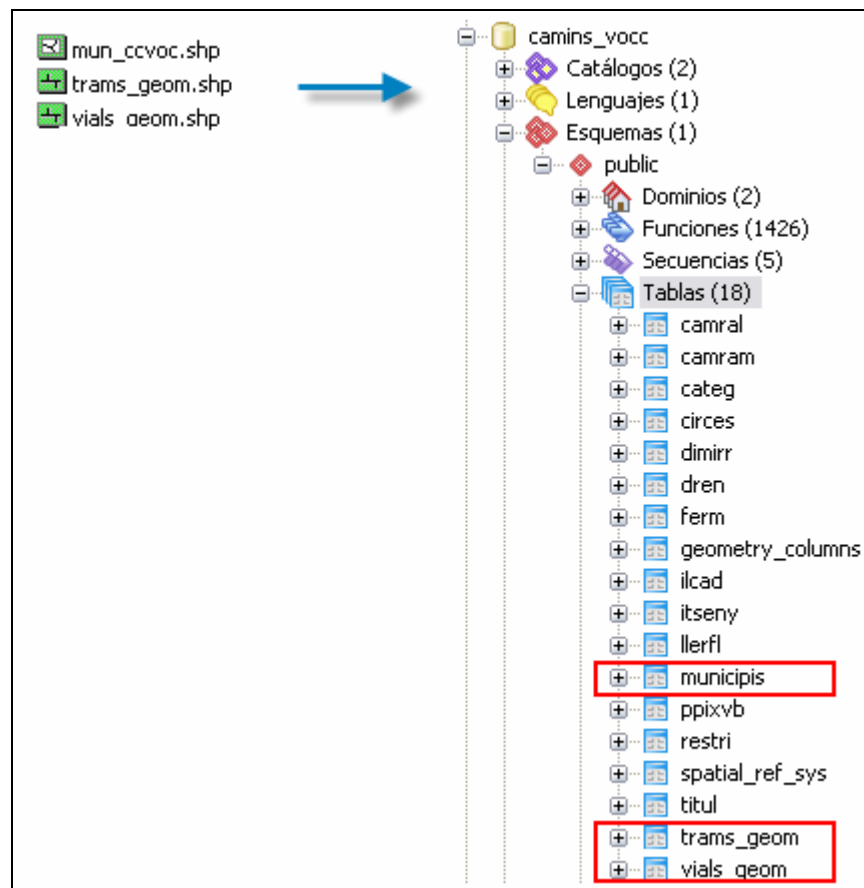


Figura 19 - Taules espacials a carregar a PostgreSQL/PostGIS

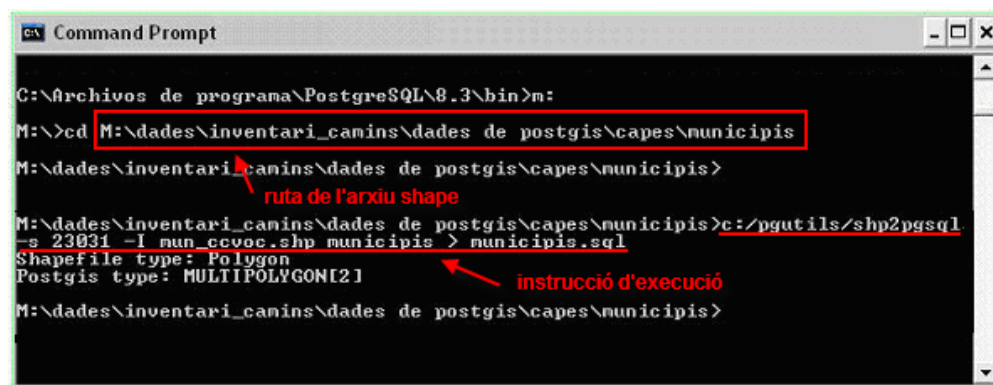
Una vegada més, la càrrega de les taules a *camins_vocc* es realitza executant un arxiu de text. No obstant, la manera com s'obté i com s'executa aquest arxiu és una mica diferent en aquest cas de les dades espacials. Bàsicament, la càrrega diferencia dos processos:

1. Obtenció de l'arxiu de text amb les instruccions de càrrega en sql adaptat a PostgreSQL i PostGIS.
2. Execució de l'arxiu de càrrega.

OBTENCIÓ DE L'ARXIU DE CÀRREGA

Des del *Command Prompt* s'executa l'aplicació *shp2pgsql* que es facilita junt amb el paquet d'instal·lació de PostgreSQL amb PostGIS.

Les instruccions que s'han introduït són les que queden capturades en la imatge següent. Els detalls sobre aquestes s'expliquen més detenidament a l'Annex G.



```
C:\Archivos de programa\PostgreSQL\8.3\bin>m:
M:\>cd M:\dades\inventari_camins\dades de postgis\capes\municipis
M:\dades\inventari_camins\dades de postgis\capes\municipis>
M:\dades\inventari_camins\dades de postgis\capes\municipis>c:\pgutils\shp2pgsql
-s 23031 -I mun_ccvoc.shp municipis > municipis.sql
Shapefile type: Polygon
Postgis type: MULTIPOLYGON[2]
M:\dades\inventari_camins\dades de postgis\capes\municipis>
```

Figura 20 – Instruccions per obtenir l'arxiu de càrrega d'una taula espacial a partir d'un arxiu shape

L'arxiu en sql ja inclou les instruccions que faran que es creï l'índex espacial necessari per utilitzar aquestes dades amb un propòsit de consulta.

AFEGIR EL CAMP OIDS

Abans d'utilitzar l'arxiu resultant per a carregar la taula a PostGIS, és necessari fer-hi una petita modificació. Simplement, al final de la primera sentència sql, on es crea la taula, s'haurà d'afegir el text "WITH OIDS".

```
1 BEGIN;
2 CREATE TABLE "municipis" (gid serial PRIMARY KEY,
3 "sup_muni" float8,
4 "mun_nm" varchar(254),
5 "comar_cd" varchar(254),
6 "prov_cd" varchar(254),
7 "mun_line" varchar(254)) WITH OIDS;
8 SELECT AddGeometryColumn('municipis', 'the_geom', '23031', 'MULTIPOLYGON', 2);
9 INSERT INTO "municipis" ("sup_muni", "mun_nm", "comar_cd", "prov_cd", "mun_line",
10 "the_geom") VALUES ('', '', '', '', '', '');
11 INSERT INTO "municipis" ("sup_muni", "mun_nm", "comar_cd", "prov_cd", "mun_line",
```

Figura 21 - Modificant l'arxiu de càrrega de la taula espacial perquè inclogui l'identificador OID

D'aquesta manera, al crear la taula a PostgreSQL s'inclourà un camp identificador únic anomenat "OID" que és imprescindible perquè, al desenvolupar l'aplicació de consulta de camins, la taula espacial pugui ser vàlida per ser visualitzada i emprada en les consultes amb MapServer.

En versions de PostgreSQL anteriors a la 8.1 aquest camp es creava automàticament.

EXECUCIÓ DE L'ARXIU DE CÀRREGA

L'executable que fa que PostgreSQL llegeixi l'arxiu de càrrega i inserti la taula a la base de dades s'anomena *psql* i també es facilita amb el paquet d'instal·lació del gestor de base de dades. S'executa automàticament d'una manera similar a l'anterior:

```
M:\dades\inventari_camins\dades de postgres\capes\municipis>c:/pgutils/  
psql -d camins_vocc -h localhost -U postgres -f municipis.sql  
Password for user postgres:
```

Figura 22 - Instrucció per carregar la taula espacial a PostgreSQL

Tornant a la interfície *pgAdminIII* es comprova que la creació de la taula espacial ha estat exitosa, i que entre les seves propietats s'informa que, efectivament conté els identificadors OID.

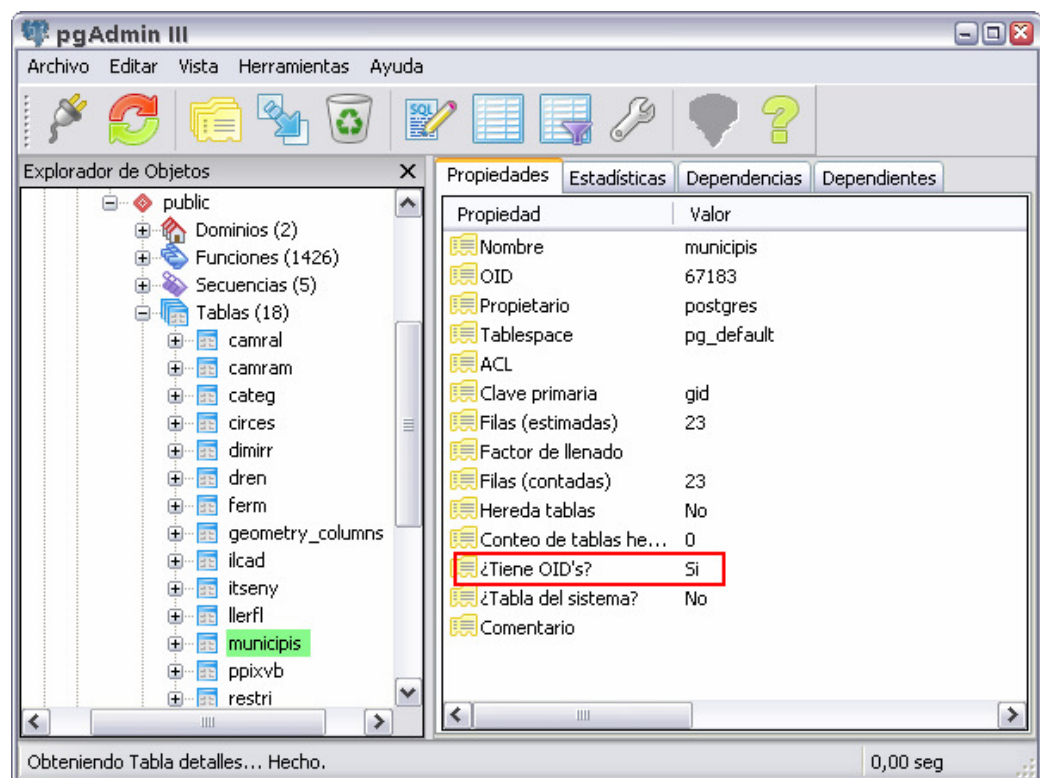


Figura 23 - Propietats de la taula espacial creada a PostgreSQL, amb OIDs

INDEXAR

És molt important que tots els camps de relació entre taules estiguin indexats per tal d'optimitzar el resultat de la consulta. Aquests índex suposen que el temps que es requereix per obtenir el resultat de la consulta variï enormement.

```
CREATE INDEX [nom_ídex] ON [nom_taula] (oid);
```

El camp que conté les dades espacials ja ha quedat indexat, però també cal indexar el camp alfanumèric OID, i el de codi de tram o codi de vial, depenent de la taula que s'estigui introduint a la base de dades. Es pot comprovar que s'hagi creat l'índex fàcilment amb la interfície *pgAdminIII*.

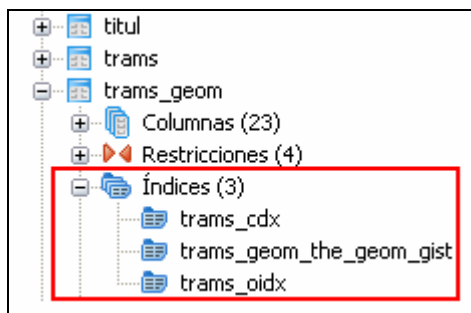


Figura 24 - Els index de la taula espacial a pgAdminIII

Finalment, es fa una mena de neteja de les taules espacials introduïdes i dels seus índex espacials amb un "vacuum analyze", de manera que PostGIS recull estadístiques sobre el nombre i distribució dels valors dins la taula i ajuda al planificador de consultes a prendre la decisió d'utilitzar l'índex espacial.

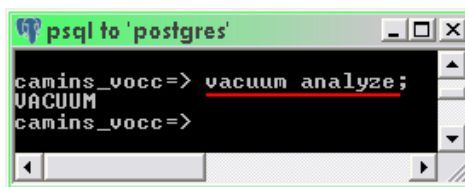


Figura 25 - Validació dels índex espacials per optimitzar-ne l'ús a les consultes amb PostGIS

L'Annex G recopila amb més detall algunes de les instruccions emprades durant el procés d'implementació de la base de dades.

Capítol 4. L'APLICACIÓ

El capítol anterior ha estat dedicat a la obtenció de la base de dades que ha d'abastir el mòdul de consulta de camins. Aquest capítol, per altre banda, es centra en el procés de desenvolupament de la funcionalitat de l'aplicació en sí mateixa, tant pel que fa a la interacció de l'usuari amb la interfície com també al desenvolupament i funcionament intern que permet que aquesta interacció sigui possible.

4.1 OBJECTIUS ESPECÍFICS

L'exercici de desglossar els objectius generals en objectius més concrets, avaluable i específics a l'aplicació, ha resultat en els punts que es determinen a continuació:

- Donar la opció de realitzar diferents tipus de consulta que s'adaptin a diferents tipus d'usuari.
- Regular l'accés al mòdul mitjançant un control d'accés que permeti registrar els usuaris que, segons el seu perfil, requereixin una clau de pas per visualitzar la informació restringida.
- Integrar la funcionalitat de consulta de camins amb el visor del servidor de mapes corporatiu del Consell Comarcal del Vallès Occidental.
- Desenvolupar una aplicació útil i intuïtiva, remarcant la importància del disseny de la interfície en aquest sentit, ja que es tracta d'una aplicació orientada a visualització i consulta.
- El resultat de la consulta ha de facilitar dades alfanumèriques i mapes que s'hauran de crear en el procés.

4.2 REQUERIMENTS I FUNCIONALITAT

Aquest apartat pretén concretar tots aquells aspectes que defineixen la funcionalitat de l'aplicació, sense entrar en detalls sobre com es farà efectiva aquesta funcionalitat però començant a definir-ne les pautes.

En considerar els models bàsics d'utilització dels SIG en general, es pot determinar que aquesta aplicació ha de respondre a una funcionalitat d'interrogació i que està orientada a la gestió i no a l'anàlisi. Això significa que s'ha de posar especial èmfasi en atendre les necessitats dels molt diferents tipus d'usuari que pot tenir l'aplicació. En efecte, es distingeixen dos tipus ben diferenciats d'usuari final:

- l'usuari avançat, com pot ser un tècnic d'un ajuntament de comarca
- l'usuari general

Aquests dos perfils corresponen a un nivell de coneixement molt diferent tant pel que fa a la interfície de l'aplicació, com a les dades que es faciliten. Això significa que en definir la funcionalitat del mòdul s'han de tenir presents els següents requisits:

- Molta interactivitat i importància de desenvolupar la interfície d'usuari.
- Elevada necessitat de desenvolupament per a facilitar l'ús per part dels usuaris finals no experts.

4.2.1 Definició de les consultes

La definició de les consultes s'ha dut a terme tenint en compte les necessitats dels seus usuaris potencials, consultant-ne alguns directament. Es va elaborar un document que conté la proposta de funcionament de les consultes, el qual es va enviar als tècnics corresponents dels ajuntaments de la comarca perquè poguessin aportar el seu parer.

Es diferencien tres tipus de consulta:

1. Consulta ràpida de vials
2. Consulta avançada per usuaris d'internet normals, sense clau d'accés.
3. Consulta avançada per tècnics, amb clau d'accés

L'aplicació final que s'ha elaborat dins el marc d'aquest projecte de final de màster inclou únicament el desenvolupament de la primera d'aquestes consultes, la consulta de vials. L'exercici que ha suposat desenvolupar i programar la consulta ha permès identificar el reptes que poden sorgir en posar en pràctica la funcionalitat també dels altres tipus de consulta.

De tota manera, durant la fase de desenvolupament de l'aplicació s'ha tingut igualment en compte que en un futur es poden agregar els altres dos tipus de consulta, incloent el mòdul d'accés.

DIFERÈNCIA ENTRE ATRIBUTS DE CONSULTA I ATRIBUTS DEL RESULTAT

Per tal de definir les consultes, s'haurà de diferenciar entre els atributs que s'utilitzin per a cercar els vials o els trams, i els atributs que es mostraran com a resultat de la cerca. Per exemple, pot ser que als usuaris no els interessi cercar els trams que tinguin una longitud determinada però sí que els pot interessar saber la longitud dels trams del "Camí de Terrassa a Sant Llorenç Savall" (nom del vial) al municipi de Matadepera on el tipus de ferm sigui de terra. En aquest cas, els atributs de consulta són tres: "nom del vial", "municipi" i "tipus de ferm"; i els atributs que es mostrin al resultat haurien d'incloure, a més a més d'aquests tres, la "longitud del tram".

1: CONSULTA RÀPIDA DE VIALS

Aquest tipus de consulta estaria dirigit a un usuari molt general i no familiaritzat amb aquesta eina de consulta, o a un usuari que només necessiti informació dels camins i no dels trams. Aquest tipus de consulta no requereix de clau d'accés.

Atributs de consulta

En aquest cas es pretén que no hi hagi molts atributs per fer la consulta, de manera que s'asseguri la simplicitat de l'eina, també visualment.

| | |
|----------------------|---|
| Municipi | ▼ |
| Tipus de camí (vial) | ▼ |
| Nom del camí | ▼ |

La consulta es podria realitzar tenint en compte fins els tres atributs alhora.

Atributs mostrats com a resultat

Després d'haver seleccionat els valors dels tres atributs de consulta, al clicar al botó de "cerca", es retornarà un llistat dels vials que compleixen el criteri de la consulta, incloent els seus atributs. Aquests són els que estan marcats amb el símbol ✓ a la columna dreta de la taula següent.

| ATRIBUTS DELS VIALS | | consulta ràpida | |
|--------------------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------|
| Nom de l'atribut | | Es mostra com a criteri de consulta | Es mostra com a resultat |
| Codi del vial | | | |
| Categoria funcional del vial (tipus) | | ✓ | ✓ |
| Nom de vial | | ✓ | ✓ |
| Longitud del vial | | | ✓ |
| Nom del punt d'origen del tram | | | ✓ |
| Nom del punt final del tram | | | ✓ |
| Nom del municipi | | ✓ | ✓ |
| Amplada mínima aproximada | | | ✓ |

Taula 5 - Atributs mostrats en la consulta ràpida

El resultat de la cerca també mostrarà un mapa centrat en el conjunt dels vials que en resulten i, a més, junt amb les característiques de cada un d'aquests vials es facilitarà un mapa on aquest vial quedi centrat i ressaltat.

Aquests resultats s'han de presentar en un format fàcilment "imprimible".

2: CONSULTA AVANÇADA DE TRAMS SENSE CLAU D'ACCÉS

Aquest tipus de consulta estaria dirigit a un usuari que desitja realitzar una cerca específica i clara sobre els vials i/o els trams, sense accés a dades sensibles que només es podrien mostrar als tècnics.

Atributs de consulta

| | |
|------------------------|-------------------------|
| Nom del municipi ▼ | Tipus de ferm ▼ |
| Nom del camí ▼ | Camí ramader ▼ |
| Tipus de camí (vial) ▼ | Camí ral ▼ |
| | Itinerari senyalitzat ▼ |

Resultat de la consulta avançada sense clau d'accés

La majoria d'aquests atributs estan associats a un tram de camí i no a un camí sencer. Per tant, el resultat de la cerca mostraria:

- Mapa amb els trams que compleixen el criteri de resulta ressaltats i un altre amb la seva situació dins la comarca.
- Llistat dels codis dels trams agrupats per vials, amb un mapa per cada vial on es mostrin els trams del resultat.
- Clicant a sobre de qualsevol dels codis de tram es ressaltaria el tram dins el mapa d'aquell vial i es desplegueria la informació de les seves característiques.

Atributs mostrats com a resultat

Els atributs que es mostraran quan se seleccioni un tram, estan marcats a la columna dreta de les taules següents. La taula dels atributs de vials per aquesta consulta és idèntica a l'anterior.

| ATRIBUTS DELS VIALS | | | consulta avançada sense clau d'accés | |
|--------------------------------------|--|--|--------------------------------------|--------------------------|
| Hom de l'atribut | | | Es mostra com a criteri de consulta | Es mostra com a resultat |
| Codi del vial | | | | ✓ |
| Categoria funcional del vial (tipus) | | | ✓ | ✓ |
| Nom de vial | | | ✓ | ✓ |
| Longitud del vial | | | | ✓ |
| Nom del punt d'origen del tram | | | | ✓ |
| Nom del punt final del tram | | | | ✓ |
| Nom del municipi | | | ✓ | ✓ |
| Amplada mínima aproximada | | | | ✓ |

Taula 6 - Atributs de vials mostrats en la consulta avançada sense clau d'accés

| ATRIBUTS DELS TRAMS | | consulta avançada sense clau d'accés | |
|--|--|--------------------------------------|--------------------------|
| Nom de l'atribut | | Es mostra com a criteri de consulta | Es mostra com a resultat |
| Codi de tram | | | |
| Longitud del tram | | | ✓ |
| Codi de vial | | | |
| Si és camí ramader | | ✓ | ✓ |
| Si és camí ral | | ✓ | ✓ |
| Pertinença al Pla de Prevenció d'Indendis i/o a la Xarxa Viària Bàsica | | | |
| Tipus d'itinerari senyalitzat al qual està integrat el tram | | ✓ | ✓ |
| Tipus de titularitat | | | |
| Amplada mitjana | | | ✓ |
| Pendent mitjà | | | ✓ |
| Pendent màxim | | | ✓ |
| Tipus de ferm | | ✓ | ✓ |
| Data de l'inventari | | | |
| Nom del municipi | | | |

Taula 7 - Atributs dels trams mostrats en la consulta avançada sense clau d'accés

3: CONSULTA AVANÇADA DE TRAMS AMB CLAU D'ACCÉS

Aquest tipus de cerca estaria reservat als tècnics municipals. Tots els tècnics municipals podrien realitzar les mateixes consultes. Aquesta és la consulta que es podria identificar més amb un propòsit de gestió, a més de la d'interrogació o visualització.

L'únic que varia amb el cas de la consulta avançada sense clau és el tipus d'atributs que es mostren per fixar el criteri de la cerca i els que retorna com a resultat d'aquesta, ja que a través d'aquest tipus de consulta es podrien facilitar les dades restringides.

| ATRIBUTS DELS VIALS | | consulta avançada amb clau d'accés | |
|--------------------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------|
| Nom de l'atribut | | Es mostra com a criteri de consulta | Es mostra com a resultat |
| Codi del vial | | ✓ | ✓ |
| Categoria funcional del vial (tipus) | | ✓ | ✓ |
| Nom de vial | | ✓ | ✓ |
| Longitud del vial | | | ✓ |
| Nom del punt d'origen del tram | | | ✓ |
| Nom del punt final del tram | | | ✓ |
| Nom del municipi | | ✓ | ✓ |
| Amplada mínima aproximada | | ✓ | ✓ |

Taula 8 - Atributs dels vials mostrats en la consulta avançada amb clau d'accés

| ATRIBUTS DELS TRAMS | | consulta avançada amb clau d'accés | |
|--|--|-------------------------------------|--------------------------|
| Nom de l'atribut | | Es mostra com a criteri de consulta | Es mostra com a resultat |
| Codi de tram | | ✓ | ✓ |
| Longitud del tram | | | ✓ |
| Si és camí ramader | | ✓ | ✓ |
| Si és camí ral | | ✓ | ✓ |
| Pertinença al Pla de Prevenció d'Indendis i/o a la Xarxa Viària Bàsica | | ✓ | ✓ |
| Tipus d'itinerari senyalitzat al qual està integrat el tram | | ✓ | ✓ |
| Tipus de titularitat | | ✓ | ✓ |
| Amplada mitjana | | ✓ | ✓ |
| Pendent mitjà | | ✓ | ✓ |
| Pendent màxim | | ✓ | ✓ |
| Tipus de ferm | | ✓ | ✓ |
| Data de l'inventari | | ✓ | ✓ |
| Nom del municipi | | ✓ | ✓ |

Taula 9 - Atributs dels trams mostrats en la consulta avançada amb clau d'accés

4.2.2 Requeriments de tecnologia

MAPSERVER

L'actual visor del Servidor de Mapes del CCVOC construeix mapes i els visualitza utilitzant MapServer, en la seva versió 1.5.4. Aquest fet constitueix un requeriment i una solució alhora, ja que per tant, el mòdul de consulta també es valdrà de MapServer per a realitzar les consultes i per a visualitzar-ne els resultats.

MapServer és un entorn de desenvolupament d'aplicacions SIG a Internet que permet visualitzar, consultar i analitzar informació geogràfica. És *Open Source*, és a dir, programari distribuït i desenvolupat lliurement.

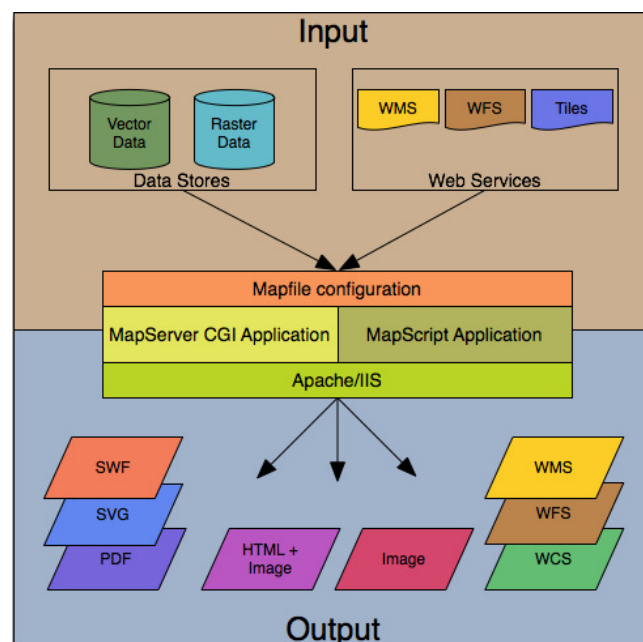


Figura 26 - Estructura bàsica de MapServer (www.mapserver.org)

Cal fer notar que MapServer no és un SIG complet, ni tampoc ha aspirat a ser-ho. No obstant, és una solució de primera línia, gratuïta, pionera i en contínua evolució, en l'àmbit de les aplicacions orientades a SIG per Internet.

Un dels punts febles de MapServer és la documentació. Hi ha algun llibre que hi està dedicat i existeix força documentació disponible a Internet, però, apart del fet que molta informació queda obsoleta degut a la rapidesa amb que van sorgint les noves versions amb noves modificacions i funcionalitat, aquesta està escampada caòticament en diferents llocs web, centrant els exemples i casos pràctics en algun manual i en diversos webs de discussió entre desenvolupadors.

MapServer ofereix poder definir molts paràmetres necessaris per a construir la imatge del mapa d'una manera molt simple, en el fitxer map. S'hi troben tant els paràmetres que formen part d'una funcionalitat pròpia de l'aplicació CGI, com els que també s'utilitzen al crear els mapes amb MapScript.

CGI i MapScript

MapServer pot treballar en dues modalitats diferents: CGI i MapScript.

CGI (Common Gateway Interface) és una important tecnologia de la xarxa web que permet que un usuari, des del seu explorador web pugui sol·licitar les dades d'un programa que s'executa a l'altra banda, en un servidor web. De fet, CGI és un mecanisme estandarditzat de comunicació entre el client i servidor.

En el cas de MapServer, l'execució de l'aplicació CGI es basa en la configuració d'una sèrie de plantilles que tenen un format molt entenedor, de manera que l'ús de les capacitats de MapServer se simplifica notablement. Inicialment, es va considerar que pel mòdul de camins es faria ús d'aquesta simplicitat. No obstant, a l'abordar la programació de l'aplicació es va canviar de parer i es va preferir utilitzar MapScript davant de la necessitat de disposar de flexibilitat a l'hora de definir les consultes i de poder personalitzar la presentació dels resultats segons s'havia determinat anteriorment.

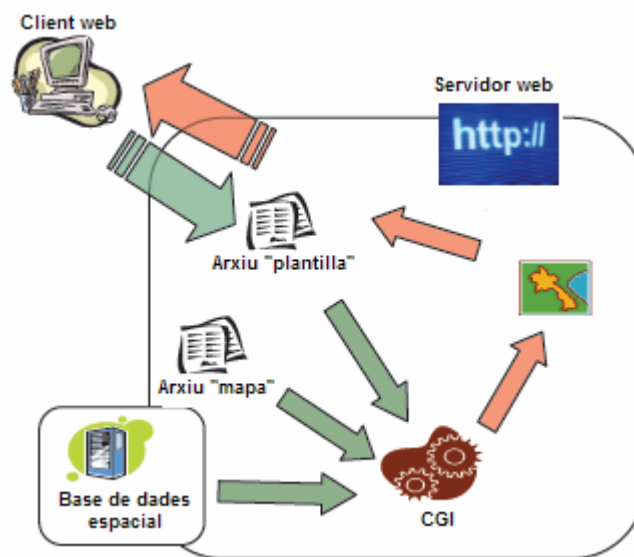


Figura 27 – Esquema de funcionament de MapServer CGI

L'aplicació CGI, doncs, està pensada amb l'objectiu de simplificar la tasca de configuració de MapServer i poder mostrar resultats d'una manera força directa. Per tant, l'ús de les plantilles, incloent l'arxiu map, és la gran avantatge de la modalitat CGI però alhora també n'és l'inconvenient, ja que també limita la potencialitat de la funcionalitat de MapServer.

L'aplicació CGI de MapServer conté la funcionalitat pre-establerta de 18 tipus de consultes. La que podria realitzar la consulta espacial del mòdul de camins se l'anomena "nfeaturequerymode", que és el nom que es passa a l'aplicació de MapServer via CGI i que aquesta aplicació entén que ha de realitzar tot un conjunt de processos que permetran mostrar els resultats. No obstant, dins el 'pack' d'aquests processos n'hi ha molts que s'haurien d'adaptar al mòdul de camins, i això no es pot fer.

La modalitat MapScript és més complexa però també és un mètode d'utilització de MapServer molt més potent, que dóna accés a tota la funcionalitat de MapServer a través d'una API (Application Programming Interface). Això vol dir que tots els procediments i funcionalitat de les llibreries de MapServer són posades a l'abast d'altres programes. Les API's de MapServer estan orientades a objectes i per tant vénen a ser un grup de classes, mètodes i atributs. Les API's seràn una mica diferents segons el llenguatge que s'utilitzi, per això es parla del MapScript en PHP, en Python o en Perl. En la programació de les consultes de camins s'ha emprat la llibreria en PHP.

En la modalitat CGI, MapServer pot visualitzar mapes, mostrar-ne les dades i fins i tot realitzar diferents tipus de consultes pre-establertes. A través d'una API, MapServer pot fer el mateix que amb CGI, fins i tot també pot aprofitar l'avantatge de l'ús de les plantilles, però a més a més pot fer possible desenvolupar potents aplicacions amb capacitats de consulta i anàlisi pròpies d'un SIG.

La instal·lació de MapServer en Windows es facilita notablement amb el paquet *ms4w* disponible gratuïtament, junt amb les seves aplicacions, a Internet (www.maptools.org).

Dbox

Dbox és el nom d'un grup de "llibreries dinàmiques" que proporciona les eines perquè el client pugui interactuar amb el mapa i així, per exemple, definir un zoom clicant a sobre el mapa i traçant un rectangle amb el ratolí. Actualment, hi ha diferents llibreries que proporcionen aquesta funcionalitat, com també ho és *OpenLayers*. *Dbox* va ser especialment concebuda per treballar amb MapServer i s'ha utilitzat per a desenvolupar el Servidor de Mapes del CCVOC.

Interrogació espacial amb PostGIS

Quan s'ha definit la funcionalitat i s'han establert els tipus de consultes que ha de fer possible l'aplicació, s'ha identificat un requeriment de funcionalitat d'interrogació espacial.

Existeix un tipus de consulta espacial que es basa en identificar un o més trams que es trobin propers a unes coordenades donades. Aquestes coordenades es poden introduir clicant un punt del mapa, per exemple. Aquesta és una consulta que ja es pot realitzar a través de l'actual servidor de mapes, que per fer-ho es val de la funcionalitat de l'aplicació CGI.

No obstant, la integració del mòdul de consulta suposa haver d'efectuar un altre tipus d'interrogació espacial. En els models conceptual i lògic, s'observa que la taula o capa de *municipis* no es pot relacionar, alfanumèricament, amb cap altre taula de la base de dades. Aquesta relació s'ha de poder realitzar a través de la interrogació espacial.

Això significa que, encara que no es disposi de la informació sobre la relació de municipis on es troba un vial, aquesta informació s'ha de poder facilitar analitzant la relació entre diferents grups d'entitats geogràfiques, superposant-les o detectant les interseccions entre elles, és a dir, entre els municipis i els vials.

Aquest tipus de consulta no forma part de les possibilitats que ofereix l'aplicació CGI, la modalitat de MapServer que al principi es tenia la intenció de fer servir pel mòdul de camins. Per això es va decidir que aquesta funcionalitat d'interrogació espacial es duria a terme a través de PostGIS.

PostGIS doncs, apart de ser un dels principals protagonistes per crear la base de dades, també ho és en el desenvolupament de l'aplicació.

4.3 DESENVOLUPAMENT DE L'APLICACIÓ

4.3.1 Procés de consulta en el sistema

La figura següent és molt semblant al diagrama que representa l'arquitectura del sistema en el "Capítol 2: Definició". El de sota és un esquema una mica més personalitzat pel cas concret del mòdul de camins, i que dóna una idea de la interacció entre les diverses parts del sistema i també dels processos que tenen lloc a partir del moment en que un usuari de la xarxa web (Internet, per exemple) inicia una consulta de camins fins que en reb els resultats. L'aplicació de consulta de camins és qui actua d'engranatge entre totes les parts i controla

aquesta interacció. Per tant, l'exercici de determinar aquests processos forma part del desenvolupament de l'aplicació. Més endavant, tota aquesta funcionalitat interna es farà efectiva a través de la programació.

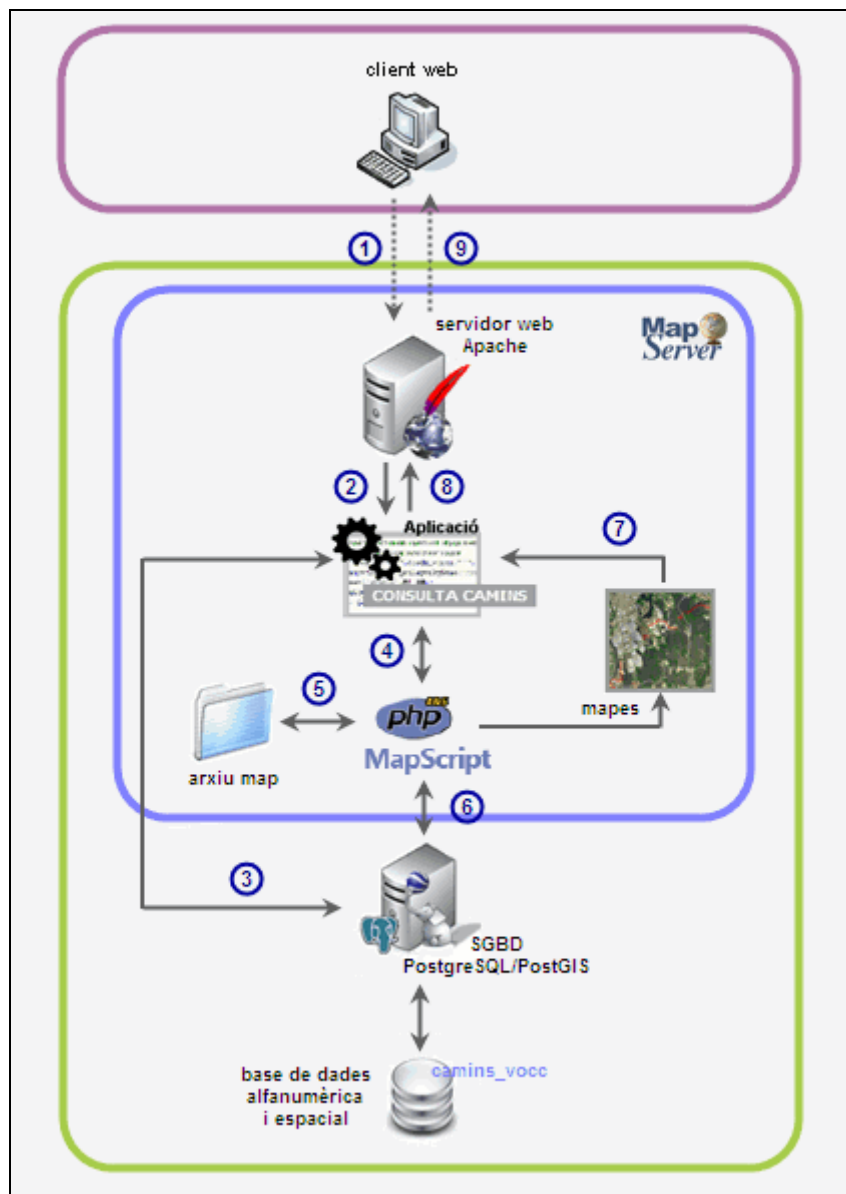


Figura 28 - Estructura i processos del sistema desenvolupats per l'aplicació

Pas 1

L'usuari de la xarxa web accedeix al Servidor de Mapes del CCVOC a través del lloc web corporatiu (<http://www.ccvoc.cat/>) i clica la pestanya de "CONSULTA CAMINS", que li permet seleccionar el criteri de la consulta que desitja realitzar. Tria com a mínim un dels valors dels atributs que s'hi mostren i prem el botó "CERCA". Al fer-ho, el navegador web entén que ha d'anar a buscar la pàgina de resultats, un arxiu amb extensió php, i la demana al servidor web.

Pas 2

Seguidament, el servidor web va a buscar aquest arxiu php, que forma part de l'aplicació de la consulta de camins i que està escrit en els llenguatges html, javascript i php.

El navegador pot interpretar la part escrita en html i javascript, però no entén php, que és un llenguatge propi del cantó del servidor. Per tant, la part de php s'ha de llegir i executar a la banda del servidor.

Quan el servidor li fa arribar l'arxiu en resposta a la seva petició, el navegador web comença a construir la pàgina executant les instruccions en html o javascript, però quan arriba a una part en php, demana al servidor que la tradueixi. Per traduir-la el servidor porta a terme la part més important de funcionalitat de l'aplicació de la consulta de camins, ja que "traduir-la" pot arribar a voler dir "donar el resultat de la consulta amb mapes inclosos".

A partir d'aquí, cada vegada que el navegador es troba una part de codi en llenguatge del servidor es durà a terme un procés similar fins a acabar de construir la pàgina.

Pas 3

Les instruccions en php inclouen les que defineixen les consultes que s'han de realitzar al sistema gestor de la base de dades (SGBD). Les funcions de php que permeten la interacció amb la base de dades es defineixen en una llibreria en php pròpia de PostgreSQL.

PostgreSQL/PostGIS, el SGBD, realitza la consulta emprant les dades emmagatzemades a la base de dades *camins_vocc*, que conté dades espacials i alfanumèriques. Aquesta consulta pot ser que impliqui només dades alfanumèriques o que, si l'usuari ha seleccionat un municipi concret com a criteri de la cerca, a més a més hagi de dur a terme la interrogació espacial que s'ha explicat en l'apartat anterior.

PostgreSQL/PostGIS retorna els codis dels vials o dels trams que compleixen el criteri de consulta, així com els seus atributs.

Pas 4

De la informació necessària per a poder mostrar la pàgina de resultats a l'usuari, ja s'han extret totes les dades necessàries, però manquen els mapes que visualitzen els vials o trams. Les instruccions per fer-ho també es troben escrites en php i estan definides a la llibreria de MapScript PHP de MapServer.

Pas 5

La funcionalitat establerta a la llibreria MapScript construeix el mapa a partir dels paràmetres que s'han determinat a l'arxiu map, dins l'entorn de MapServer. Aquest arxiu conté informació sobre les capes que s'han de mostrar, l'ordre de superposició d'aquestes, com s'han de visualitzar, quines capes són "consultables", com s'han de mostrar també els elements de les capes de vials o trams que formen part del resultat de la consulta, etc. La majoria d'aquests paràmetres es poden modificar amb altres instruccions de MapScript, però l'arxiu map permet estalviar moltes d'aquestes.

Pas 6

A través de MapScript, l'aplicació extreu, de la base de dades, la informació geogràfica necessària de les capes requerides perquè les pugui representar.

A més a més, també s'encarrega de dur a terme la consulta que permet destriar els trams o vials que es corresponen amb els codis del resultat de la cerca (obtinguts en el pas 3) de manera que aquests elements puguin quedar destacats en el mapa.

Pas 7

MapScript permet gravar les imatges del mapa dins el directori de l'entorn MapServer i retorna la ruta i el nom d'aquestes imatges perquè, quan s'enviiïn al navegador, aquest sàpiga demanar-li la imatge al servidor web.

Pas 8 i 9

Després d'haver executat totes les instruccions en php, l'arxiu php ha quedat traduït únicament als llenguatges html i javascript i s'ha pogut construir tota la pàgina de resultats. En algun moment el navegador encara ha realitzat algunes altres peticions al servidor per demanar-li certa informació que hi ha guardada en el seu cantó, com per exemple:

- les imatges dels mapes;
- informació emmagatzemada en els fulls d'estil (arxius css) sobre com s'han de visualitzar certs elements de la pàgina;
- instruccions sobre com s'han de dur a terme algunes funcions en javascript que es troben en un arxiu diferent.

4.3.2 Estructura dels arxius de l'aplicació

La comprensió dels processos que es defineixen a l'aplicació permeten entendre l'estructura dels arxius que la formen, ja que cadascun respon a una funcionalitat concreta. La relació entre aquests arxius i la seva funcionalitat es recullen en el diagrama següent.

Es distingeixen tres arxius a través dels quals es carreguen tres pàgines diferents: la pàgina del visor, que s'ha pres del servidor de mapes existent abans d'integrar-hi el mòdul de consulta de camins; la pàgina on es mostra el resultat de la consulta de vials; la pàgina que mostra les característiques dels trams que conté el vial que l'usuari seleccioni a la pàgina anterior.

Els altres arxius nodreixen els altres tres. Dos d'aquests, també s'han pres dels arxius del conjunt de l'aplicació del servidor de mapes: un d'aquests conté funcionalitat comuna en javascript i l'altre és el full d'estil. Els paràmetres i la funció per a realitzar la connexió a la base de dades es defineixen en un altre arxiu apart del codi del visor per dos motius: per una banda, aquesta funcionalitat és requerida en moments diferents per carregar les tres pàgines i, per l'altre, els paràmetres d'accés a la base de dades no són visibles per l'usuari. Els arxius restants contenen la informació que permet carregar els menús de selecció.

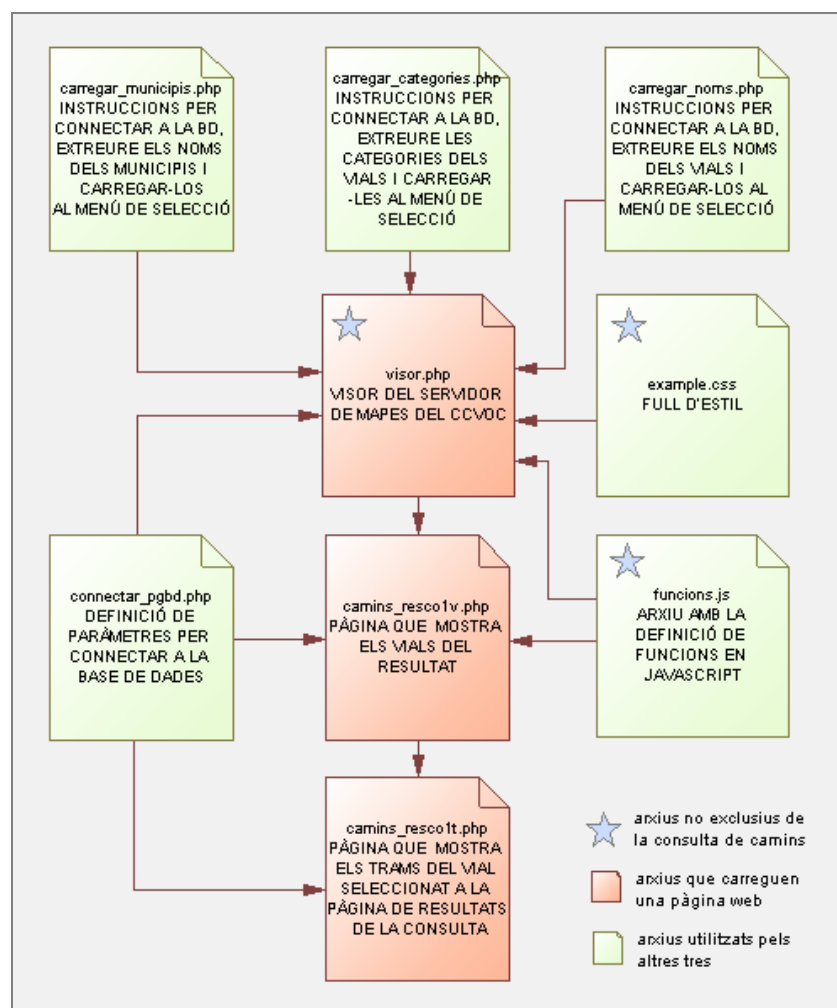


Figura 29 - Relació i funcionalitat dels arxius de l'aplicació

4.3.3 Descripció dels processos programats en cada pàgina

El mòdul de camins pot mostrar tres pàgines diferents, tot i que cadascuna pot variar el seu contingut. Cada pàgina es carrega a través d'un arxiu determinat, que s'ha donat a conèixer a l'apartat que precedeix.

Els processos que es duen a terme en cadascun d'aquests arxius es reflexen en tres diagrames, els quals s'han elaborat identificant diferents tasques i representant cadascuna en un símbol. Les relacions entre les tasques es mostren per mitjà de fletxes que indiquen l'ordre cronològic que segueixen.

En els esquemes es distingeixen diferents tipus de tasques:

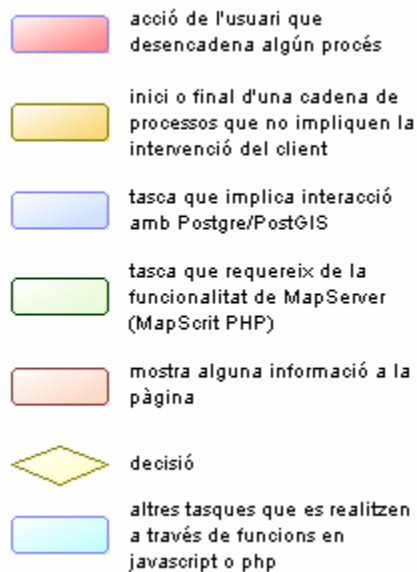


Figura 30 - Llegenda de símbols dels diagrames de processos

Cada tasca, a la vegada, agrupa nous processos i funcionalitat, però aquests, amb la intenció de simplificar i fer més entenedor l'exercici de programació de l'aplicació, no es mostren en els esquemes. No obstant, si es desitja conèixer la programació en detall es pot consultar tot el codi de les pàgines a l'annex I.

visor.php: CÀRREGA DEL MÒDUL DE CONSULTA AL VISOR

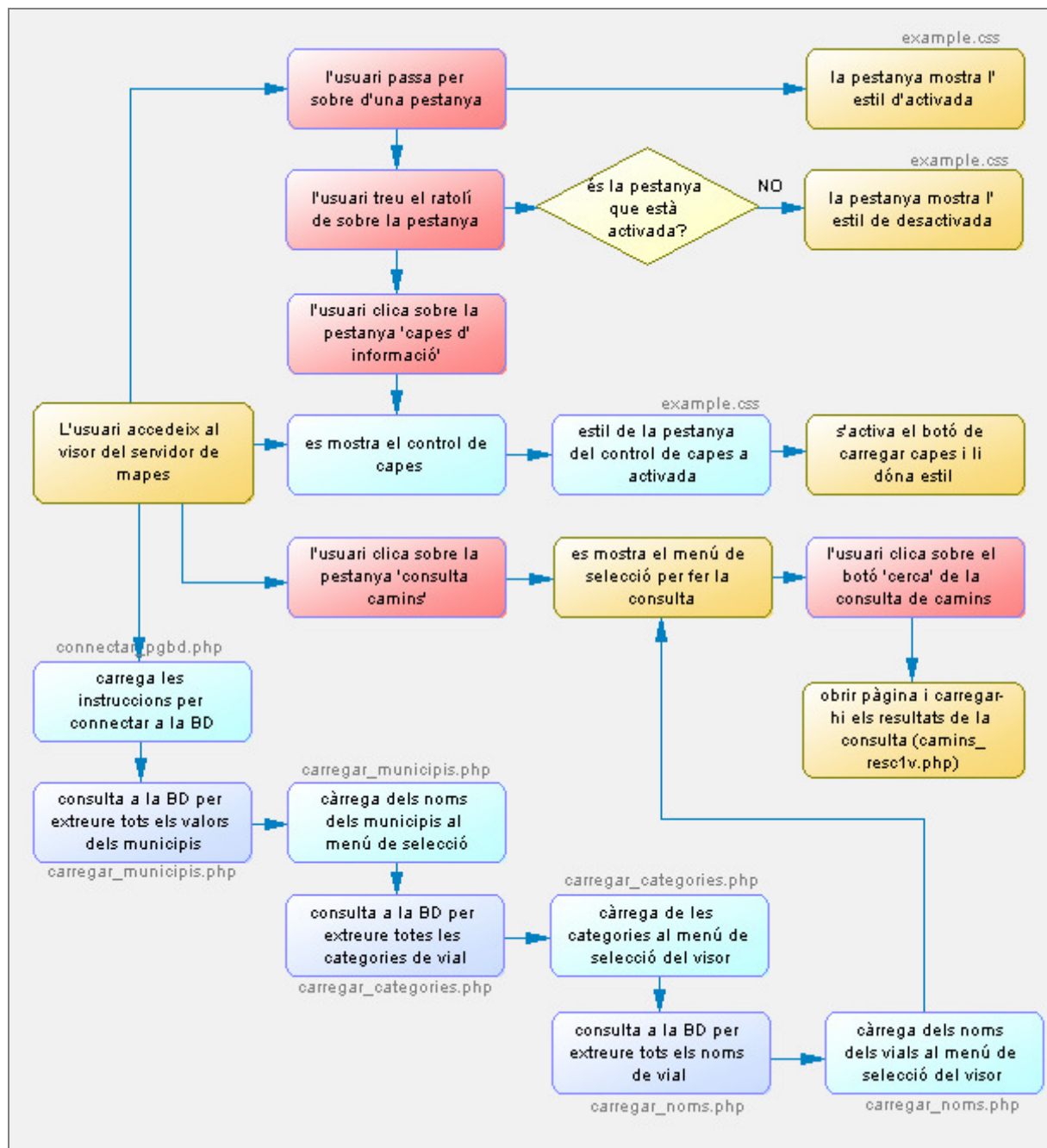


Figura 31 - Esquema dels processos de consulta de camins programats a l'arxiu visor.php

camins_resco1v.php: PÀGINA RESULTAT DE LA CONSULTA DE VIALS

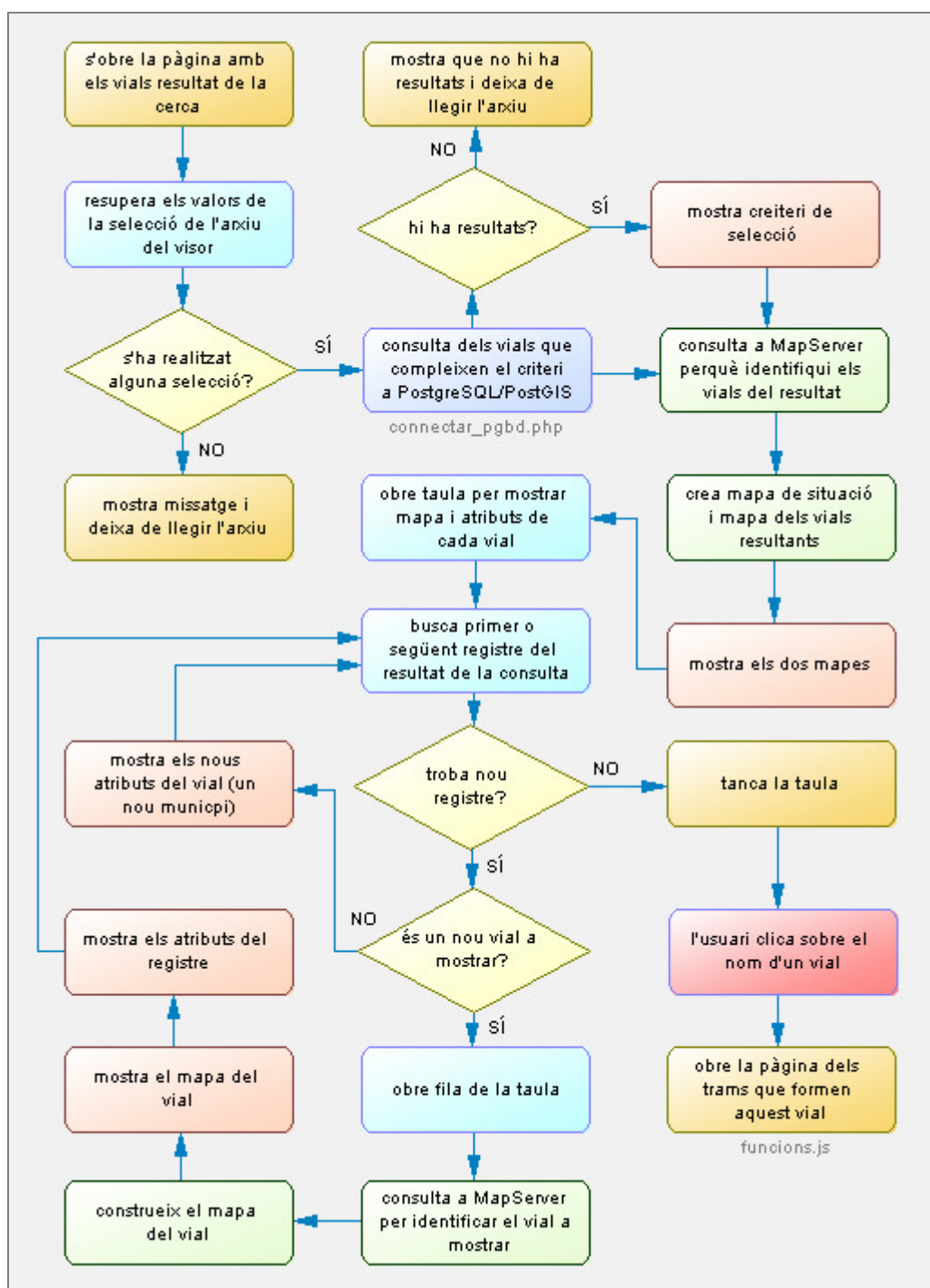


Figura 32 - Esquema dels processos de consulta de camins programats a l'arxiu camins_resco1v.php

camins_resco1t.php: PÀGINA DE TRAMS DEL VIAL SELECCIONAT

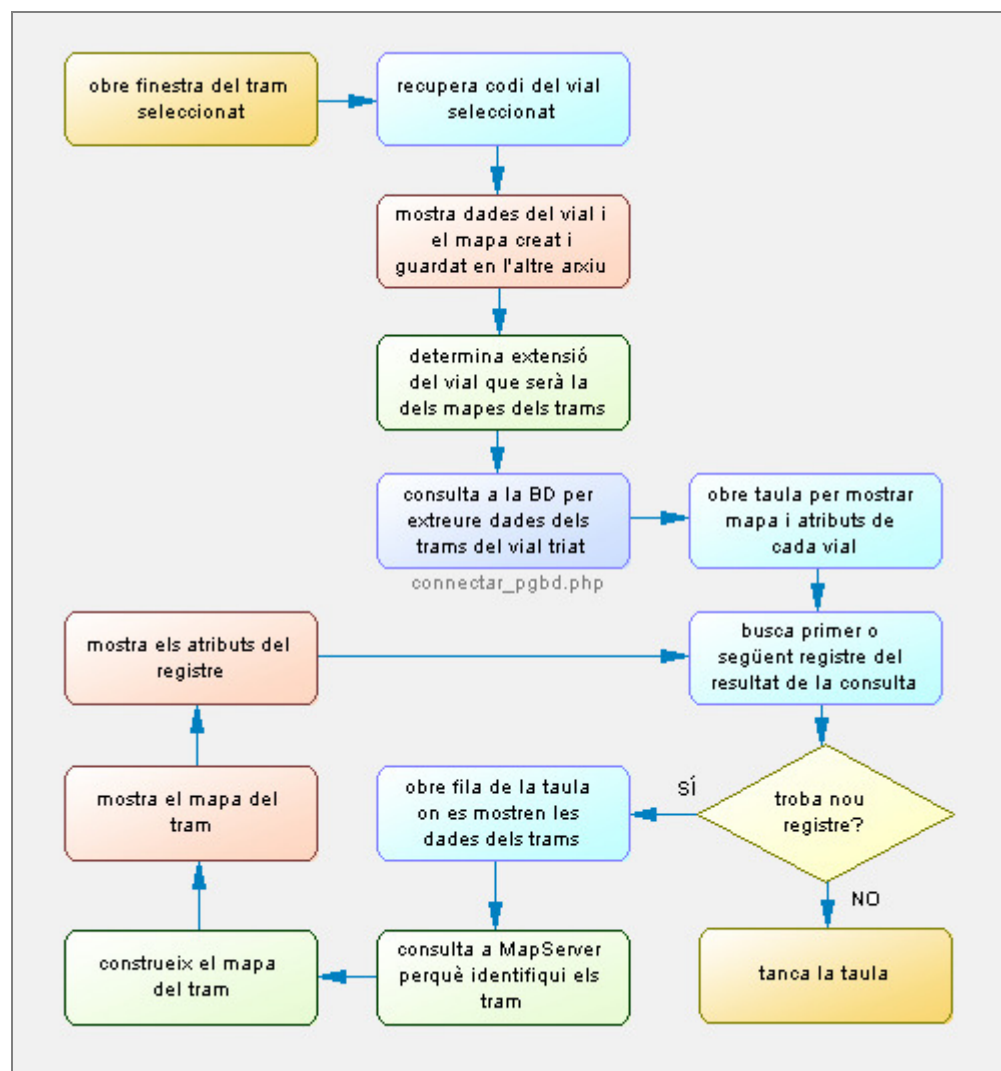


Figura 33 - Esquema dels processos de consulta de camins programats a l'arxiu camins_resco1t.php

4.3.4 Consultes a la base de dades i a les capes de MapServer

INTERACCIÓ ENTRE MAPSERVER I POSTGIS

Al llarg de la memòria ja s'ha anat explicant la funcionalitat de consulta i interrogació espacial que satisfan MapServer i PostGIS.

MapServer i PostGIS es reparteixen les tasques de consulta. PostGIS se'n du la gran part, ja que és qui, tal com mostren els diagrames, determina els vials o trams que compleixen el criteri de la consulta introduïda per l'usuari, realitzant la consulta espacial que permet relacionar un municipi amb els trams o vials que s'hi troben, i també extreu totes les característiques que s'han de mostrar d'aquests elements.

De la informació que obté PostGIS, MapServer (a través de MapScript PHP) pren els codis que identifiquen els trams o vials, perquè a la vegada aquest pugui realitzar la consulta que li permet localitzar aquests elements i utilitzar-los per construir els mapes. En realitat, la consulta que realitza MapServer també la fa a la base de dades, a PostGIS, que és la que conté les dades geogràfiques que requereix.

CONSULTA ESPACIAL A POSTGRES/POSTGIS

Les consultes a PostgreSQL es realitzen a través d'instruccions en SQL (*Script Querying Language*), com es fa amb altres gestors de bases de dades. Quan en l'aplicació del mòdul de camins es realitza una consulta espacial, la instrucció en SQL té la mateixa forma, però s'hi afegeix una part pròpia de la funcionalitat que aporta PostGIS. En la instrucció SQL que es mostra a continuació, s'hi distingeix aquesta part:

```
select v.vial_cd from vials_geom v, municipis m where  
v.the_geom && m.the_geom and intersects (v.the_geom,  
m.the_geom) and m.nom_muni = 'Matadepera' and c.categ_nm  
= 'Camí rural' and v.vial_nm = 'C de St Quirze del V a  
Matadepera' group by v.vial_cd order by v.vial_cd;
```

Quan l'aplicació ha de realitzar aquesta consulta ja ha substituït la part variable pels valors del criteri establert (en aquest cas són "Matadepera", "Camí rural" i "C de St Quirze del V a Matadepera").

En realitat la consulta espacial es descompon en dues consultes espacials. En la primera, la que es correspon amb la part subratllada en verd, es realitza una consulta amb la part indexada dels elements geogràfics. Quan aquests s'han introduït a la base de dades en la fase d'implementació, s'ha dut a terme una indexació espacial dels camps que contenen la informació geogràfica (*the_geom* a *vials_geom* i *the_geom* a *municipis*). Això significa que s'ha associat cada entitat a un polígon més gran que la conté. La primera consulta fa una mena de filtratge prenent aquests polígons i identificant els dels vials que són prou propers al de "Matadepera". Així s'estalvia d'analitzar tots i cadascun dels vials.

En la segona consulta, marcada en vermell a l'exemple, ja només cal considerar l'entitat d'aquesta selecció de vials susceptible de poder interseccionar amb "Matadepera" i identificar els que realment ho fan, la qual cosa redueix molt notablement el temps que requereix la consulta per retornar el resultat.

Dels vials resultants, seguint amb l'ordre de consulta seleccionarà aquells que siguin "Camí rural" i que tinguin el nom especificat, i n'extraurà el codi.

Capítol 5. EXPLOTACIÓ I PRESENTACIÓ DE RESULTATS

És el moment de veure els resultats del que s'ha explicat en els capítols anteriors, és a dir, de l'estructuració i implementació de la base de dades i també del desenvolupament de l'aplicació. En definitiva, el que es mostra en aquest capítol és el que justifica la realització del present projecte.

Seguidament, es repassa el procés de consulta de camins des del punt de vista de l'interacció entre l'usuari i la interfície, seguint un ordre cronològic, que farà més entenedors els resultats, i facilitant les imatges del que visualitza l'usuari en cada pas.

EL VISOR

Quan l'usuari accedeix al visor del Servidor de Mapes del Consell Comarcal del Vallès Occidental, la interfície té l'aspecte de la imatge de següent, on s'hi distingeixen les dues pestanyes que controlen la informació que es apareix a sota d'aquestes.

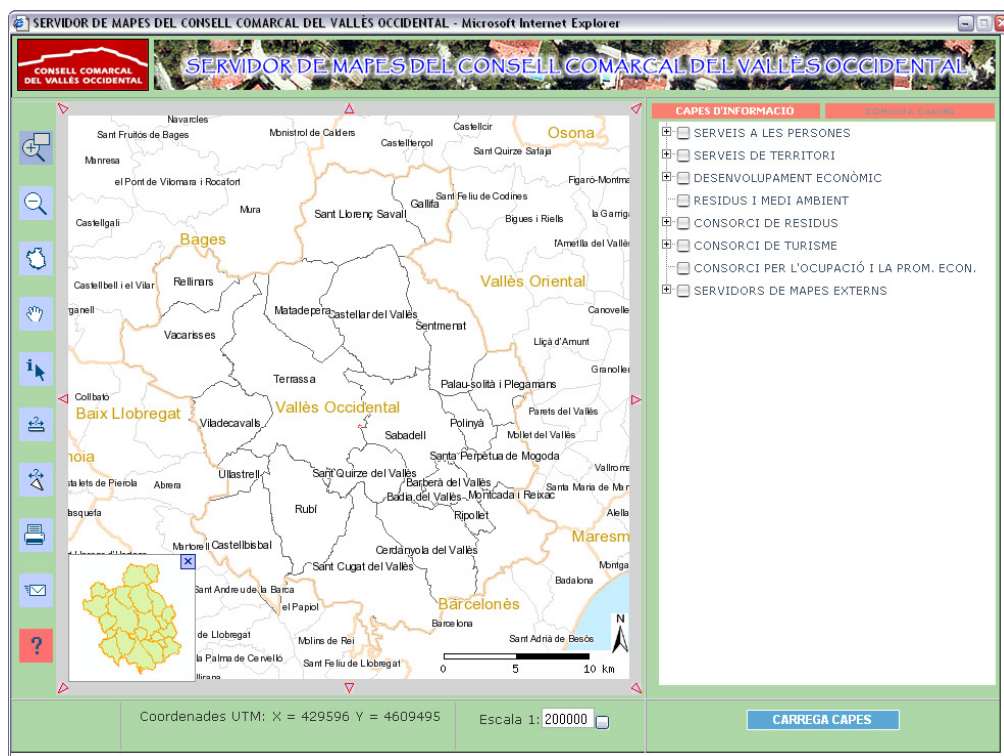


Figura 34 - Aspecte de la interfície inicial del Servidor de Mapes del Vallès Occidental

En el moment d'accedir al visor, la pestanya activa és la del control de capes d'informació, la qual permet que l'usuari pugui seleccionar la informació cartogràfica que es mostri en el mapa del visor després de prémer el botó 'carrega capes'.



Figura 35 - Pestanya de consulta de camins al visor del servidor de mapes del CCVOC

Quan es clica la pestanya 'consulta camins', la informació que es mostra a sota d'aquesta és el menú de consulta que permet que l'usuari seleccioni els valors de les característiques dels camins que vol cercar. El botó de carregar capes queda desactivat.

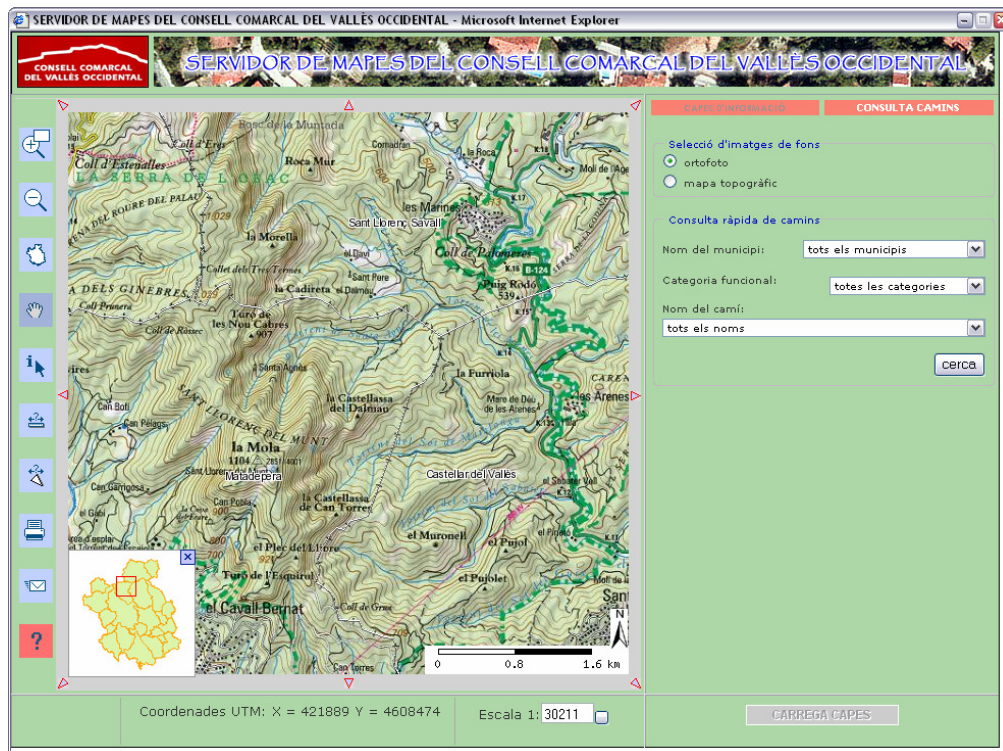


Figura 36 - Menú de consulta de camins al visor de mapes

A cada característica hi correspon un menú desplegable que ofereix tots els valors possibles que pot prendre, la qual cosa simplifica la tasca d'introduir el criteri de consulta per part de l'usuari.

També s'ofereix la possibilitat de triar la base cartogràfica que es mostra com a fons dels mapes on se situen els camins, que pot ser la ortofoto o la base topogràfica (facilitades per l'Institut Cartogràfic de Catalunya a través de geoservei WMS).

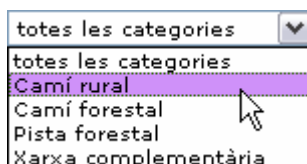


Figura 37 -Menú de selecció de la categoria

A screenshot of a web form titled 'Consulta ràpida de camins'. It contains four input fields: 'Nom del municipi:' with 'Badia del Vallès' selected, 'Categoria funcional:' with 'Camí rural' selected, 'Nom del camí:' with 'tots els noms' selected, and a 'cerca' button. A mouse cursor is hovering over the 'cerca' button.

Figura 38 - Criteri de selecció enviat a través del botó 'cerca'

RESULTATS

Tant si no s'ha fet cap selecció abans de prémer la "cerca", com si no hi ha cap vial que compleixi el criteri de consulta, ho diu.

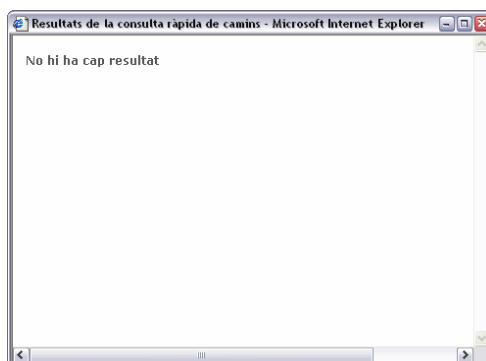


Figura 39 - Consulta que no retorna cap resultat

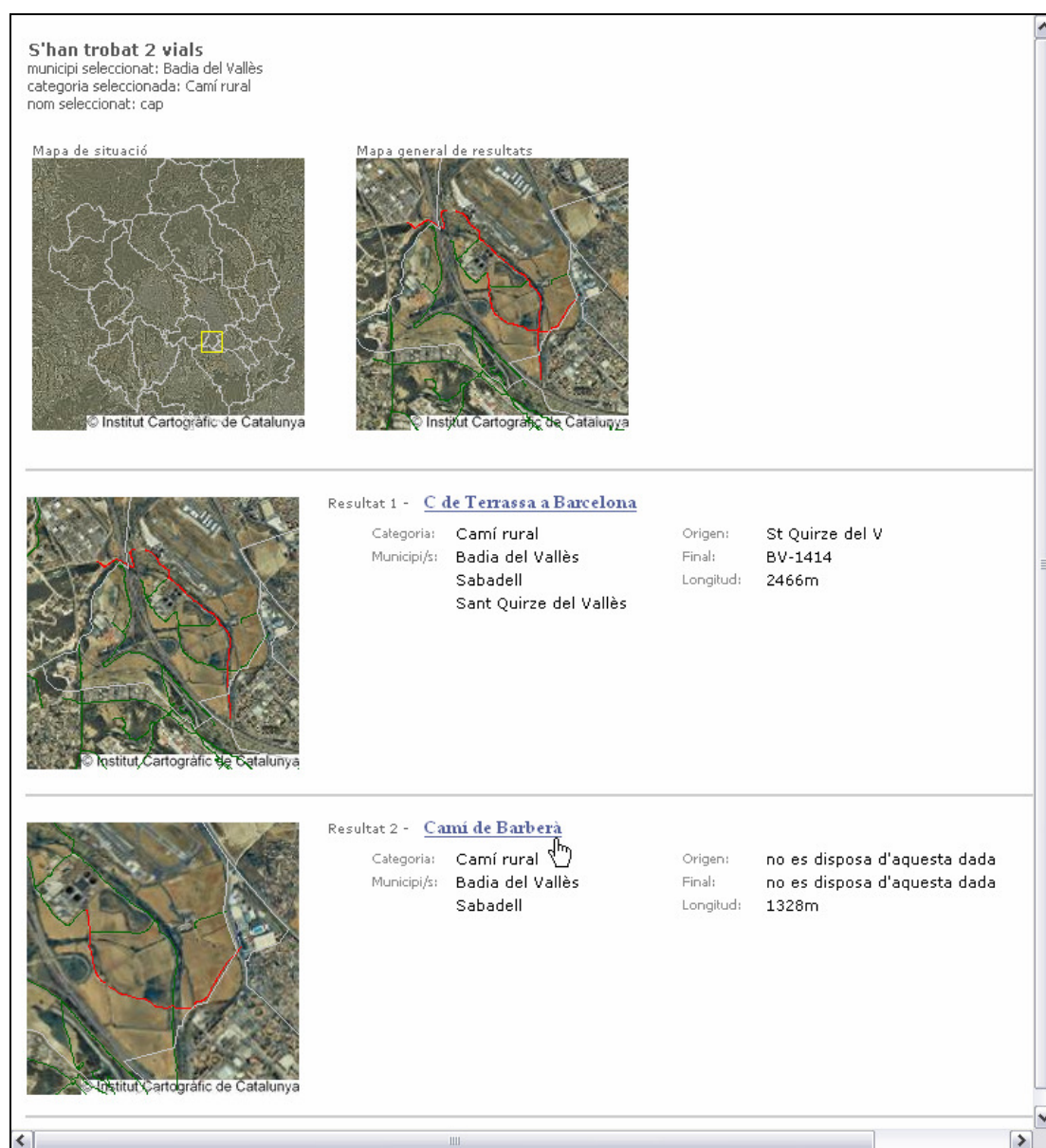


Figura 40 - Informació presentada a la pàgina dels resultats de la cerca amb ortofoto de fons

Quan l'usuari clica el botó 'cerca' per introduir el criteri de la consulta, apareix una nova finestra que presenta la informació dels vials que compleixen aquest criteri.

En primer lloc s'hi mostra el mapa de la comarca que situa els vials resultants amb un requadre groc. Al costat hi ha el mapa que ressalta tots aquests vials junts, amb l'extensió corresponent.

A sota d'aquests dos mapes generals es facilita la informació de cada vial per separat, que consta del mapa del vial (ressaltat en color vermell) i de les seves característiques, al costat.

Tots els mapes es mostren amb la base cartogràfica que ha estat escollida anteriorment.

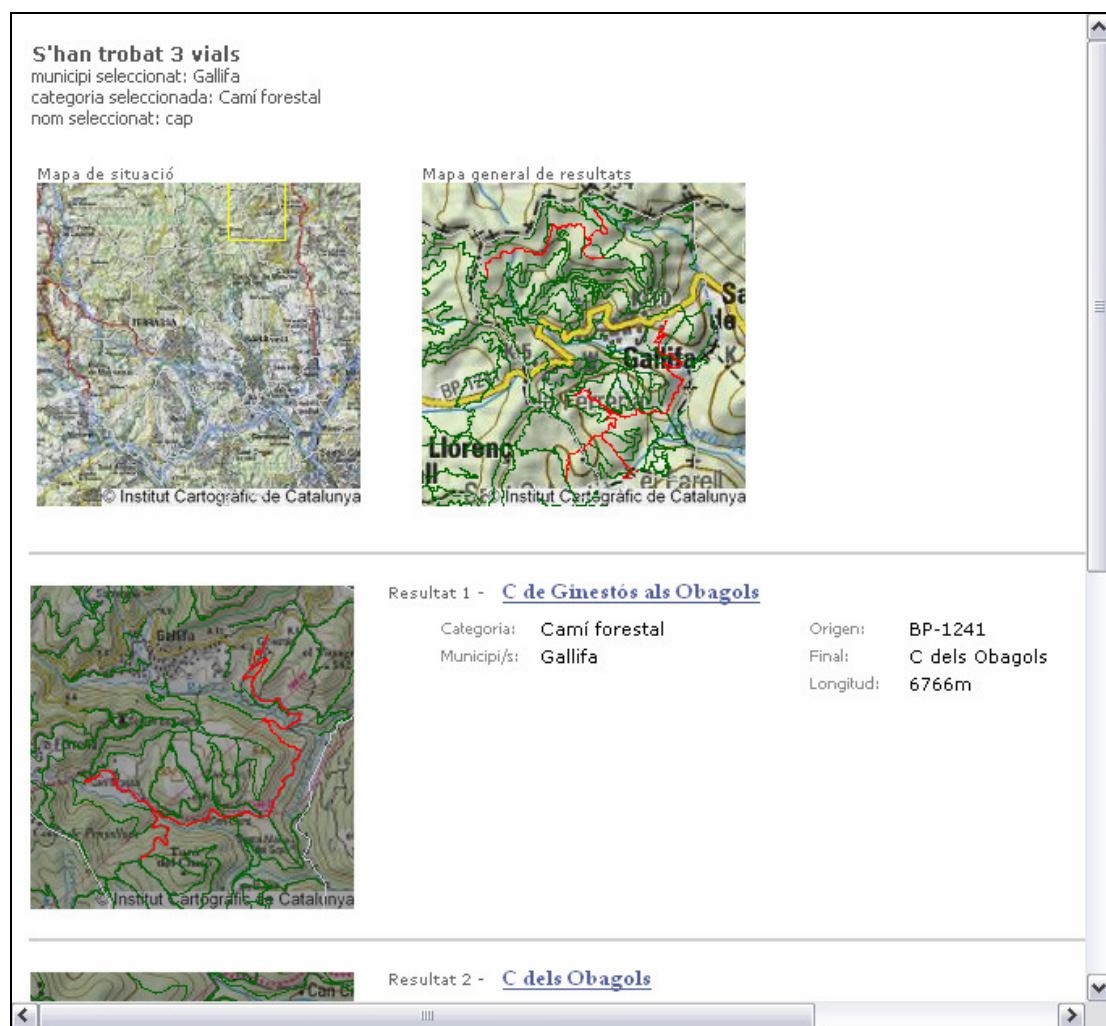



Figura 41 - Informació presentada a la pàgina dels resultats de la cerca amb base topogràfica de fons


Si l'usuari també desitja informació relacionada amb els trams d'un d'aquests vials, pot clicar sobre el nom d'aquest, i aquesta apareix en una nova finestra que es presenta en un format similar al que mostra els resultats dels vials.

VIAL SELECCIONAT: **Camí de Barberà**
Codi 40CR0685
Conté 4 trams




Resultat 1 - **Tram 01946**

| | |
|------------------------|--|
| Longitud: | 374m |
| Tipus de ferm: | De terra sense cap tractament |
| Amplada mitjana: | 3m |
| Pendent mitjà: | 2.8% |
| Pendent màxim: | 21.9% |
| Itinerari senyalitzat: | Itinerari del Vallès Natural |
| Altres: | Cap inidici de camí ramader Constància de que és camí ral |



Resultat 2 - **Tram 01947**

| | |
|------------------------|--|
| Longitud: | 536m |
| Tipus de ferm: | De terra sense cap tractament |
| Amplada mitjana: | 3m |
| Pendent mitjà: | 2% |
| Pendent màxim: | 19.1% |
| Itinerari senyalitzat: | Itinerari del Vallès Natural |
| Altres: | Cap inidici de camí ramader Constància de que és camí ral |



Resultat 3 - **Tram 04429**




Figura 42 - Pàgina d'informació sobre els trams d'un dels vials resultants de la consulta ràpida de vials

El temps que transcórrer entre que l'usuari clica i es carreguen els resultats a la pàgina és molt satisfactori, tot i que depèn del número de resultats que s'han de mostrar. En realitat, el factor condiona aquest temps és la extracció de les ortofotos o les bases topogràfiques del geoservei WMS.

Capítol 6. CONCLUSIONS

Durant els mesos que ha durat el projecte, i des del punt de vista de l'autora, l'elaboració del mòdul de camins ha resultat ser una cadena de petits reptes que s'han anat resolent per deixar pas als següents. Cada un d'aquests s'ha abordat seguint un cicle que ha resultat repetir-se al llarg del treball, segons el qual primer s'identifica un petit repte, es cerca informació relacionada, es fa un plantejament de com s'ha d'enfocar, fins que després d'anar experimentant amb les possibles alternatives que poden dur a la seva resolució i d'anar prenent petites decisions, normalment de cop, s'aconsegueix accomplir-lo.

Les fases de diagnosi i plantejament s'han realitzat amb molta cura per tal de preveure la major part d'aquesta successió de petits reptes i valorar com poden arribar a condicionar el desenvolupament del mòdul de consulta, amb la intenció de minimitzar la incertesa que suposen de cara a assolir els objectius del projecte. Cal dir que aquesta incertesa, a la vegada, és la que ha permès que al llarg d'aquest mesos s'hagin anat adquirint els coneixements necessaris que justifiquen part de la motivació d'aquest projecte de final de màster.

La major part dels objectius que es van fixar en les etapes inicials s'han acomplert positivament, i aquells que requereixen un futur desenvolupament, fora del marc del present projecte, s'han identificat, s'han definit i s'han inclòs en un grup de propostes per la futura evolució del mòdul de camins.

Una de les primeres decisions del projecte va ser descartar la possibilitat d'utilitzar la metodologia que ofereix la segmentació dinàmica per determinar les característiques dels camins, la qual condiciona notablement el disseny de la base de dades. A priori, la segmentació dinàmica permetria agilitzar la tasca d'actualització de dades, però per una altra banda suposaria afegir una gran complexitat al projecte i al funcionament del mòdul de camins.

Les dades dels camins que recull l'inventari de camins ja s'havien estructurat prèviament, la qual cosa ha simplificat el disseny de la base de dades i ha centrat la feina de l'elaboració de la geobase en les tasques de migració per implementar i carregar les dades.

L'elecció del gestor de la base de dades, *PostgreSQL* amb l'extensió geogràfica *PostGIS*, ha condicionat el desenvolupament de tot el projecte, no només pel què fa a la seva construcció sinó que, sobretot, té un paper fonamental en quant a la funcionalitat de l'aplicació. Un dels reptes del treball que descriu aquesta memòria ha estat fer efectiva la funcionalitat de consulta espacial, i aquesta la du a terme, en molt gran part, justament *PostGIS*.

El servidor de mapes que permet visualitzar els resultats de la consulta és *MapServer*. Això, en principi es pretenia aconseguir utilitzant l'aplicació CGI de *MapServer*, que permet obtenir la imatge d'un mapa d'una manera molt àgil, utilitzant una funcionalitat de consulta preestablerta.

No obstant, més endavant, al desenvolupar l'aplicació del mòdul de camins, es va decidir aprofitar la funcionalitat de les llibreries de *MapServer*, en comptes de l'aplicació CGI, a través de la qual aquesta funcionalitat es troba incorporada en processos establerts amb configuracions que no són prou flexibles de cara als objectius del projecte.

L'aplicació del mòdul de camins ha de permetre la interacció entre *PostGIS* i *MapServer*, ja que el resultat de la consulta de *PostGIS*, que identifica els camins del resultat de la cerca,

s'ha de fer arribar a *MapServer* perquè en pugui construir el mapes. El requeriment d'aquesta funcionalitat d'interacció, junt amb la necessitat de poder presentar a l'usuari el conjunt dels resultats de la consulta en un format personalitzat que sigui simple i entenedor, són els motius que han fet decidir que la consulta de camins faci ús de la potencialitat de *MapScript*.

PROPOSTA DE FUTURS DESENVOLUPAMENTS

Entre els objectius del projecte hi consta el de regular l'accés al mòdul de consulta segons sigui el perfil dels usuaris. Aquest objectiu ja es va fixar tenint en compte que potser s'hauria de dur a terme fora del projecte, en relació a l'ordre cronològic que s'havia de seguir pel desenvolupament de l'aplicació. Això no significa que el control d'accés no es consideri necessari, i actualment consta el primer de la llista de futurs desenvolupaments en la programació del Consell Comarcal pel que respecta el mòdul de camins i del servidor de mapes.

De la mateixa manera, les consultes que s'han definit com avançades en aquest document, s'hauran d'afegir a la funcionalitat del mòdul, tenint present que aquestes consultes depenen del control d'accés.

Altres propostes de desenvolupament del mòdul de consulta de camins són:

- Fer que en el menú de consulta que es mostra a l'usuari, a mesura que aquest fixi el valor d'un atribut com a primera condició del criteri de consulta, s'actualitzin els valors que es poden seleccionar de la resta d'atributs. Això requereix la programació amb AJAX.
- Per les imatges de fons dels mapes, utilitzar una base cartogràfica emmagatzemada a la banda del servidor de mapes per evitar l'excés de temps que en certs moments pot suposar la descàrrega d'aquestes imatges a través dels geoserveis WMS.
- Anar més enllà amb la integració del mòdul de camins al servidor de mapes i presentar els resultats de l'actual consulta de camins, que es pot realitzar al fer clic sobre el mapa del visor, amb el mateix format que els resultats obtinguts a través del mòdul.
- Afegir al mòdul de consulta, algun vincle a una descàrrega d'un document on es presenti l'inventari de camins i la seva classificació.
- Analitzar la possibilitat d'integrar el control de capes del servidor amb el del mòdul de camins.
- Desenvolupar la funcionalitat de gestió que permeti que cert tipus d'usuaris puguin proposar l'actualització de dades concretes i validar la proposta de manera centralitzada.

Algunes d'aquestes propostes formaran part dels objectius establerts en la pròrroga de l'acord de col·laboració entre el Laboratori d'Informació Geogràfica i de Teledetecció (LIGIT) de la Universitat Autònoma de Barcelona i el Consell Comarcal del Vallès Occidental que ha fet possible l'elaboració del present projecte.

Capítol 7. REFERÈNCIES

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

Beginning MapServer: Open Source GIS Development, Bil Kropla

Apress, 2005 : Llibre de 427 pàgines que explica el seu funcionament des de zero, començant per CGI, passant per consultes amb MapScript API i ficiant nombrosos casos d'exemple.

ALTRES DOCUMENTS

Inventari de camins rurals i pistes forestals del Vallès Occidental, Mèmorria.

Elaborat per Xavier Campillo i Besses (EUTDH-UAB) i Francesc Romagosa i Casals (EUDTH-UAB) pel Consell Comarcal del Vallès Occidental, juliol 2005.

REFÈNCIES A LA WEB

<http://www.postgresql.org/> - Portal de PostgreSQL

Documentació; descàrrega d'instal·lació; descàrregues de manuals; discussions entre desenvolupadors.

<http://es.php.net/pgsql> - PHP:PostgreSQL

Per consultar la funcionalitat de la llibreria PHP de PostgreSQL utilitzada per interactuar amb la base de dades.

<http://postgis.refractory.net/> - Portal de PostGIS.

Documentació; descàrrega d'instal·lació; descàrregues de manuals; discussions entre desenvolupadors.

<http://www.bostongis.com/> - Boston Geographic Information Systems

Ús de PostGIS. Comparativa de bases de dades cartogràfiques.

<http://www.mapserver.org/> - MapServer

Portal on els mateixos desenvolupadors de MapServer van actualitzant-ne la informació

<http://mapserver.org/mapscript/php/index.html> - MapScript PHP de MapServer.

Documentació.

<http://www.htmla.com.ar/>, <http://www.cssya.com.ar/>, <http://www.javascript.com.ar/>,
<http://www.phpya.com.ar/>

Tutorials "online" de llenguatges de programació.

<http://www.gabrielortiz.com/> - Portal personal de SIG

Proporciona vincles interessants i descàrregues de petits manuals pràctics.

